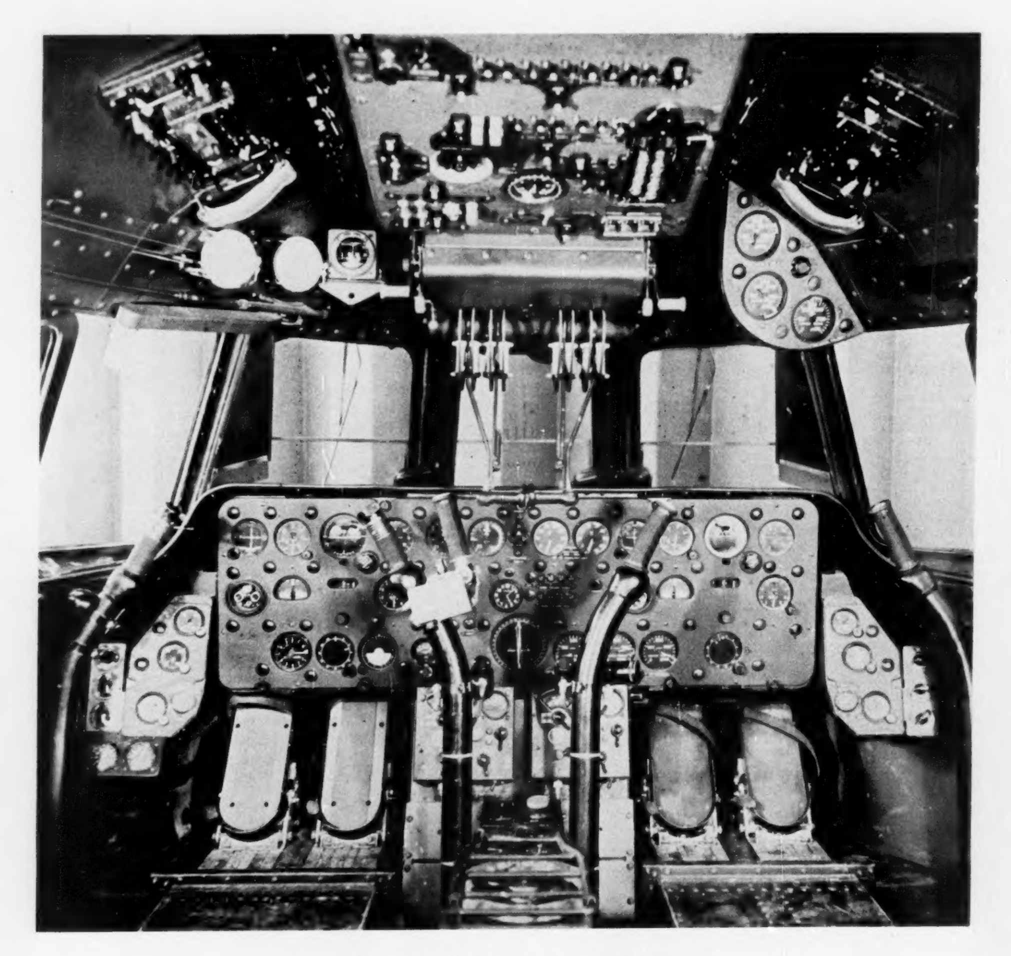
LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



LES TABLEAUX DE BORD

Poste de pilotage du SE-2010 « Armagnac » ; excellente visibilité du tableau de bord assurée par les deux « manches à balai » doubles ; de nuit le pilote a le choix entre deux éclairages, en lumière diffuse rouge ou en lumière ultra-violette. *(Photo S.N.C.A.S.E.)*.

N° 3211 — Novembre 1952 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

Un nouveau produit liquide, dénommé « Jénolite » permet d'enlever la rouille et la calamine sur l'acier et de former en même temps sur le métal une pellicule servant de base pour l'application de couches de peinture. Les petites pièces sont traitées par immersion (de 3 à 15 mn suivant l'épaisseur de la couche de rouille) dans une solution aqueuse de Jenolite, à 55° C, contenue dans un récipient non attaquable (plomb, acier inoxydable, ...) ; pour les grosses pièces, le produit est appliqué pur, à l'aide d'une brosse. Dans chaque cas un séchage rapide et complet est recommandé avant l'application de peinture.

*
* *

Le Danemark qui compte plus d'un million et demi de vaches laitières vient d'annoncer que son troupeau ne présente plus de tuberculose bovine et que ses exportations de beurre et de fromage peuvent être dorénavant garanties provenir du lait d'animaux sains. La sélection s'est poursuivie depuis soixante ans par l'abattage systématique de toutes les bêtes reconnues contaminées.

*
* *

La Commission de l'énergie atomique des États-Unis estime que 130 000 personnes sont actuellement employées à la réalisation du programme national concernant l'énergie atomique et que, depuis 1943, 500 000 autres personnes y ont participé plus ou moins directement.

*
* *

Les pyrites de la région de Nairn, en Australie du Sud, seront utilisées dans une usine installée à Adélaïde, pour la fabrication d'acide sulfurique destiné à l'industrie des superphosphates. Une autre usine, à Port Pirie, produira également de l'acide sulfurique à partir des gaz sulfurés des usines métallurgiques.

*
* *

Des biologistes australiens de la National University de Victoria, poursuivent des recherches pour déterminer s'il est possible d'extraire de l'hypophyse des baleines l'hormone cortico - stimulante A.C.T.H., proposée comme agent pharmaco-dynamique, notamment en thérapeutique du rhumatisme. Ces travaux sont orientés par le fait que l'hormone de l'hypophyse de la baleine est identique à celle provenant des glandes de porc ou de mouton.

SOMMAIRE

LES SCORPIONS

ANTIBIOTIQUES ET VITAMINE B_{12}

LE GERMANIUM

LES TABLEAUX DE BORD

LES COLORIMÈTRES

LE TRITIUM

UNE CYCADACÉE AUSTRALIENNE OBJET D'UN CURIEUX MONOPOLE

LES GYRO-VÉHICULES

LA PSYCHOLOGIE ANIMALE ET LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

LA PRODUCTION DU CAOUTCHOUC

CENTENAIRES DE PRIX NOBEL

LE SECOND VOYAGE AUX KERGUELEN

LA LUTTE CONTRE LA FIÈVRE APHTEUSE

Un ciment protégé contre les parasites

Des recherches poursuivies au Battelle Memorial Institute de Colombus (Ohio) ont mis au point un ciment sur lequel les parasites végétaux et animaux ne peuvent se développer. Il entre dans sa composition environ 10 pour 100 d'acéto-arsénite de cuivre qui empêche les champignons, les algues, les bernacles et autres coquillages de se fixer et de prospérer.

Ce ciment serait très utile dans de nombreux établissements industriels, notamment pour le revêtement de murs d'abattoirs et celui des parois des piscines.

*
* *

On commence la construction d'un pipeline de 60 cm de diamètre et de 1 170 km de long qui reliera les nouvelles exploitations pétrolifères de l'ouest canadien à la côte du Pacifique, à travers les Montagnes Rocheuses. L'huile brute, assemblée à Edmonton (Alberta), arrivera ainsi à Vancouver où une raffinerie existe déjà, dont la capacité sera doublée, permettant le traitement de plus de 3 000 t par jour.

Au début de juillet, de nouveaux essais ont eu lieu de transmissions de télévision entre Paris et Londres. On sait que la Radiodiffusion française a choisi un système à 819 lignes tandis que la B.B.C. opère sur 405 lignes. Une installation a été montée dans le Nord, à Cassel ; elle reçoit l'émission parisienne et la projette sur un écran en images qu'un nouvel émetteur anglais envoie directement par radio à Londres. Les résultats ont été excellents pour les images comme pour le son et ils marquent un nouveau progrès dans la transmission des images en mouvement sur des réseaux de caractéristiques différentes.

*
* *

Un important gisement pétrolifère aurait été repéré sous la mer en bordure des côtes de la Trinidad. Une campagne de sondages va y être entreprise.

*
* *

La Virginia Carolina Chemical corp. monte à Taftville, aux États-Unis, une nouvelle usine pour la production de Vicara, à raison de 12 millions de livres annuellement. Cette fibre artificielle est préparée à partir du gluten de maïs. L'intérêt particulier de ce textile est d'améliorer les mélanges de fibres auxquels on l'incorpore. La structure chimique et les propriétés physiques de la Vicara en font l'imitation la plus approchée de la laine qui ait pu être artificiellement réalisée. Un mélange à parties égales de fibre de Vicara et de Nylon fournit un produit qui joint à la résistance à l'usure et à la solidité du Nylon, les propriétés absorbantes et la douceur au toucher de la Vicara.

*
* *

Le World economic Report, *rapport sur l'économie mondiale, publié en mai dernier par les spécialistes des Nations Unies, signale que malgré l'effort de réarmement poursuivi dans le monde, la production globale de biens destinés à la consommation civile a augmenté au cours de 1951.*

*
* *

L'emploi des résines échangeurs d'ions permet une récupération économique des métaux des bains d'électrolyse épuisés, des bains de rinçage, de décapage et, d'une manière générale, des solutions étendues de sels de métaux dont la valeur n'est pas négligeable : nickel, cobalt, chrome, vanadium, étain, tungstène, plomb, etc.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

Rédaction et Administration

92, rue Bonaparte, PARIS-6ᵉ

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

Publicité

S. P. I. C., 2, rue Biot, PARIS-17ᵉ

C. C. P. Paris 5484-58 — Tél. MAR. 83-97

ABONNEMENTS 1952

France et Union fse : **un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs**

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français ou l'équivalent en monnaie étrangère

N° 3211 Novembre 1952

LA NATURE

LES SCORPIONS

Les Scorpions sont des animaux terrestres dont on s'est beaucoup occupé en ces dernières années. En France, L. Berland leur a consacré une monographie puis un intéressant volume; Millot et Vachon en ont fait le sujet d'un long chapitre du grand *Traité de zoologie* actuellement en cours, et Vachon vient de faire paraître tout un volume sur les espèces de l'Afrique du Nord. Si l'on y ajoute les récits de Fabre que tout le monde connaît, cela fait une documentation exceptionnelle [1] qui nous incite à parler de ces curieux Arachnides, d'autant plus qu'on poursuit également des recherches sur leurs venins et les moyens d'en neutraliser les effets.

Les Scorpions ont depuis Pline une assez mauvaise réputation et peu de naturalistes leur avaient porté attention, sauf dans les pays chauds et secs où ils sévissent : le pourtour méditerranéen, l'Afrique du Nord, le Sahara, le Mexique, le Brésil.

Beaucoup de profanes les confondent avec d'autres Arachnides bien plus petits, les Pseudoscorpions, Faux-scorpions ou Chernètes, à cause de leurs pinces et de leurs quatre paires de pattes, sans remarquer leur longue queue terminée par un aiguillon qui manque aux Pseudoscorpions. Ceux-ci ne dépassaient guère 6 mm de long tandis que les Scorpions atteignent ou même dépassent 10 cm.

Classification. — Ce sont des Métazoaires de l'embranchement des Arthropodes, à symétrie bilatérale, métamérisés, dont le corps est couvert d'une cuticule chitineuse segmentée; leur croissance est discontinue et se fait par mues. On a réparti tous les Arthropodes en trois sous-embranchements : les Trilobites fossiles, les Chélicérates et les Mandibulates ou Antennates (Crustacés, Myriapodes, Insectes).

Les Chélicérates n'ont pas d'antennes mais seulement deux courts appendices en avant de la bouche, les chélicères; après la bouche, la deuxième paire d'appendices forme les pédipalpes sensoriels ou préhensiles; quatre paires de pattes ambulatoires suivent.

On divise les Chélicérates en trois classes : les Mérostomacés (Limules), les Arachnides et les Pycnogonides ou Pantopodes. La première et la dernière vivent en mer, la deuxième seule est terrestre.

Les Arachnides groupent 10 ou 11 ordres d'importance inégale parmi lesquels les Aranéides comptent 21 000 espèces, les Acariens 6 000, les Opilions 2 200, les Pseudoscorpions 1 000, les Scorpions 600, les Solifuges 500, les Phrynides 50, les Télyphonides 70, les Tartarides 30, les Palpigrades 20 et les Ricinules 13.

Les Scorpions sont faciles à reconnaître (fig. 1) : ils sont grands (de 2 à 20 cm); ils présentent trois régions nettes : le prosoma ou céphalothorax, le mesosoma ou abdomen et le metasoma ou queue. Le prosoma est d'une seule pièce et porte les chélicères, les pattes-mâchoires et les quatre paires de pattes. Le mesosoma a sept segments; sur la face ventrale, le premier porte l'orifice génital, le deuxième les peignes et les quatre suivants les stigmates respiratoires. Le metasoma est plus étroit; on y compte cinq anneaux et la vésicule à venin terminale.

L'ordre des Scorpions a été divisé en six familles qui groupent toutes les formes actuelles. Chaque famille comprend plu-

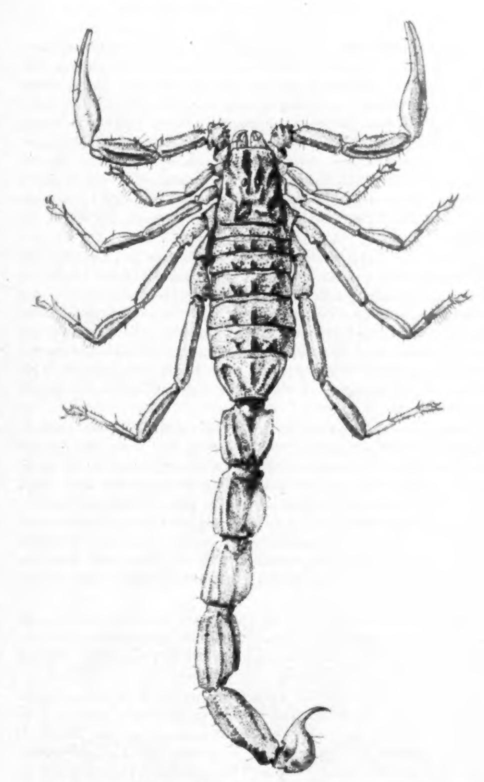


Fig. 1. — Buthus occitanus (Amoureux) **s. sp. occitanus.**
Mâle adulte, longueur : 7 cm. Port-Lyautey.
(D'après Vachon).

1. H. Fabre. *Souvenirs entomologiques*, 9e série, chapitres 17 à 23. Delagrave, Paris, 1907.
L. Berland. *Les Arachnides*. 1 vol. in-8°. Lechevalier, Paris, 1932; *Les Scorpions*. 1 vol. in-16. Stock, Paris, 1945.
J. Millot et M. Vachon. — Ordre des Scorpions. *Traité de zoologie*, t. 6. Masson, Paris, 1949.
M. Vachon. *Étude sur les Scorpions*. 1 vol. in-8°. Institut Pasteur d'Algérie, Alger, 1952.

sieurs sous-familles, chaque sous-famille un ou plusieurs genres, chaque genre une ou plusieurs espèces qui tendent à être fragmentées en sous-espèces, variétés, formes, à mesure que les caractères de détermination sont précisés et que les individus recueillis, observés et mensurés deviennent plus nombreux. On trouvera dans le livre de M. Vachon une étude très poussée des caractères spécifiques choisis par lui pour une détermination exacte et sûre des espèces, malgré tout ce qu'elle a encore de méticuleux et de difficile.

Aux espèces vivantes, il faut ajouter plusieurs familles éteintes, puisqu'on connaît des fossiles de Scorpions du silurien supérieur et surtout du carbonifère. On n'en a trouvé aucun de l'ère secondaire et deux espèces seulement viennent du tertiaire. Tous sont des formes voisines des actuelles.

Biogéographie. — Les Scorpions, actifs seulement pendant les nuits des saisons chaudes, se disséminent peu et forment des îlots, parfois assez distants les uns des autres pour que la ségrégation les marque de petits caractères différentiels qui ne simplifient pas la systématique. On en trouve dans toutes les régions chaudes du monde, entre les 50° de latitude, et plus particulièrement dans la zone de la mésogée. On en connaît du pourtour méditerranéen, depuis le Maroc jusqu'à l'Égypte, de toute l'Afrique, des Indes, de l'Australie, et aussi du Nouveau Monde, du sud des États-Unis au Pérou et au Brésil.

Ce sont des habitants des basses terres; très peu montent en altitude et l'on ne rencontre que deux espèces dans l'Atlas, à 3 000 m. Les uns fréquentent les lieux arides, aux confins des déserts; ce sont tous des représentants de la famille des Buthidés dont les sous-familles, les genres, les espèces présentent une plus ou moins grande extension géographique. Les autres familles semblent limitées à de plus étroites régions zoologiques. Chaque groupement semble avoir évolué isolément depuis très longtemps.

Certains Scorpions sont nettement xérophiles, tels les *Androctonus* dont les huit espèces sont réparties du Maroc aux confins de l'Inde et de la Perse et des côtes méditerranéennes au Sénégal et au Haut-Nil. D'autres sont plus hygrophiles et se tiennent dans les forêts (*Heterometrus*) ou près du littoral (*Euscorpius*). Quelques-uns sont cavernicoles, peut-être accidentels sauf un qui est privé d'yeux médians (*Belisarius Xambeui*). Quelques autres entrent dans les habitations et s'y réfugient dans les endroits obscurs; on les trouve parfois dans les lits, les chaussures, les vêtements.

En France, on risque peu de rencontrer des scorpions vivants sauf dans les terrariums où l'on en montre généralement immobiles à la lumière. Seule, la région méditerranéenne en compte dans sa faune, et seulement cinq espèces.

Le plus connu, sinon le plus fréquent est le grand scorpion jaune, le scorpion languedocien, *Buthus occitanus* (fig. 1), l'objet des observations célèbres de Maupertuis et de Fabre. Il atteint jusqu'à 6 et 7 cm. On le trouve sous les pierrailles, dans la zone de l'olivier, depuis l'harmas de Sérignan jusqu'en Espagne; il n'existe ni sur la Côte d'Azur, ni en Italie du Nord, ni en Corse, mais abonde en Catalogne et se retrouve sur le pourtour de la Méditerranée. Sa piqûre est très douloureuse, mais non mortelle en France.

Les autres espèces sont plus petites, de teintes plus sombres, et moins dangereuses pour l'homme.

Le Scorpion noir à queue jaune (*Euscorpius flavicaudis*) ne dépasse guère 3,5 cm. Noir brun en dessus, jaune-rouge en dessous, il vit aussi sous les pierres et les écorces; il pénètre dans les maisons. Il est très commun en Corse, occupe tout le littoral français de l'Italie à l'Espagne, remonte vers le nord jusqu'à l'Isère, l'Aveyron et même Bordeaux où on l'a signalé à diverses reprises dans des immeubles. Quelques colonies ont été vues à Dijon, à Nevers et des individus vivants à Paris, Nancy, Sedan, peut-être transportés avec des marchandises ou dans des sacs de courrier.

Le Scorpion noir des Carpathes (*Euscorpius carpathicus*), un peu plus petit (2,7 cm), ressemble beaucoup au précédent et n'en diffère que par ses pattes et sa vésicule à venin un peu plus claires et la présence de trois poils au lieu de quatre à la face ventrale des mains. Il vit sous les pierres et dans les maisons dans le Var, les Alpes maritimes, en Corse. Il monte dans les Alpes jusqu'à 1 800 m. Il manque dans notre Afrique du Nord et se retrouve en Cyrénaïque, en Sicile, en Égypte.

Le Scorpion noir d'Italie (*Euscorpius italicus*), de l'Italie du Nord, est très rare en France. On en a trouvé quelques-uns aux environs de Nice et un à Grenoble. Il est plus grand (4 cm), les pattes plus foncées, et a neuf poils sensitifs à la face ventrale des pinces.

Enfin, en 1875, on a trouvé près du Canigou un Scorpion aveugle (*Belisarius Xambeui*) de 2,6 cm, à yeux atrophiés.

L'Afrique du Nord est plus riche que la métropole. Se basant sur les collections du Muséum national, de l'Institut Pasteur d'Alger, de l'Institut scientifique chérifien, et sur ses récoltes personnelles, M. Vachon vient d'y reconnaître la présence de 15 genres, 33 espèces et 58 formes différentes de Scorpions qu'il a nettement caractérisés.

Bionomie. — Les Scorpions vivent généralement seuls. On en trouve rarement plus d'un dans un gîte. Ils fuient la lumière et passent les journées à l'abri, cachés sous des pierrailles, des écorces, ou enfouis dans le sol où ils creusent des terriers qui peuvent atteindre jusqu'à 1 m de profondeur. Ils sortent la nuit et chassent d'autres animaux : araignées, mouches, opilions, coléoptères, blattes, sauterelles, criquets, mantes, papillons, fourmis, millepattes et même petites souris, qu'ils attaquent et paralysent par leur aiguillon venimeux. Ils ne sont actifs qu'à la saison chaude et passent l'hiver, couchés à terre, les pattes contre le corps qu'elles couvrent partiellement, la queue arquée mais rabattue latéralement si bien que l'aiguillon

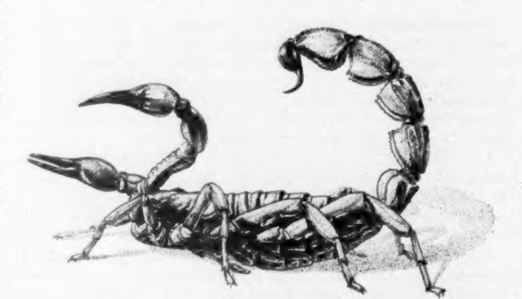


Fig. 2. — Androctonus australis (L.) ***en position de marche ou de défense.***
Longueur : 9 cm.
(D'après Millot et Vachon, *Traité de Zoologie*, Masson).

est parfois à peine visible. Cependant, ils ne sont jamais en léthargie complète et répondent à une excitation par une réaction de défense.

Les Scorpions sont des animaux lents, qui ne parcourent pas de grandes distances, si bien que, tout en restant isolés, ils forment des sortes de colonies, d'îlots de peuplement qui ne s'étendent que peu à peu et ne fusionnent guère. L'animal marche généralement droit, la queue relevée, les pattes-mâchoires étendues en avant et légèrement écartées, les pinces ouvertes, les peignes sensoriels situés derrière l'orifice génital frôlant le sol



Fig. 3. — Heterometrus longimanus (Herbst) ***femelle portant ses petits.***
(D'après MILLOT et VACHON, *op. cit.*).

(fig. 2). Il franchit ou contourne les obstacles inertes qu'il vient heurter, mais il réagit vivement à des mouvements brusques ou même à des souffles d'air.

En chasse, le Scorpion poursuit les proies vivantes ou fraîchement tuées. Il les saisit avec ses pinces si elles ne se débattent pas; il recule et les pique de sa queue ramenée brusquement en avant si elles résistent et s'agitent. Il mange peu, pouvant être conservé en captivité sans nourriture pendant plusieurs mois et même une année. Ce n'est qu'au printemps que son appétit augmente et il lui arrive alors de dévorer un congénère.

Bien d'autres histoires courent sur son compte, par exemple celle de son suicide quand on le cerne dans un anneau de feu, que Maupertuis avait déjà niée après expérience et qui semble une légende.

Le récit prestigieux de Fabre sur les noces du scorpion languedocien : la lutte, la danse, l'accouplement caché, la fin du mâle dévoré par la femelle est exact, mais provient des observations sur des animaux captifs. En est-il de même en liberté dans la nature? Est-ce un comportement commun à tout le groupe ou spécial à quelques espèces seulement?

Quoi qu'il en soit, les œufs fécondés restent dans l'ovaire de la femelle et y grossissent, nourris par les sucs de la mère. Après une longue gestation, peut-être 15 ou 16 mois chez *Buthus occitanus*, les jeunes sortent enveloppés dans un chorion qu'ils déchirent ou que la mère ouvre et dévore. Les petits montent aussitôt sur le dos de leur mère qui blanchit ainsi (fig. 3); ils s'y agrippent et y restent une semaine environ; ils y muent, puis descendent à terre, s'égaillent et partent seuls à l'aventure, en quête de nourriture.

Ce mode de reproduction ovovivipare ne donne qu'un nombre de jeunes assez limité : 6 à 40 chez *Euscorpius carpathicus*, 30 à 60 chez *Buthus occitanus*, jusqu'à 100 chez *Androctonus australis*.

La longévité des Scorpions est mal connue. Schultze, Vachon ont compté sept mues chez des espèces différentes. Il semble qu'ils deviennent adultes un an ou un an et demi après leur naissance; ils vivraient donc plusieurs années, peut-être 3 ou 4.

Le venin des Scorpions. — Partout les Scorpions sont redoutés à cause de leurs piqûres. On sait qu'ils attaquent brusquement en projetant en avant leur queue dont l'extrémité acérée, l'aiguillon, laisse sourdre une infime gouttelette d'un liquide transparent ou opalin. Une coupe en travers du crochet y montre (fig. 4) deux glandes latérales entourées d'une musculature puissante dont les conduits aboutissent de chaque côté de la pointe terminale. La quantité de venin injectée à chaque piqûre est infime. Ses effets sont encore mal définis et sa composition incertaine. On y a décrit une neurotoxine, une hémorragine, une hémolysine et une protéolysine.

La piqûre est mortelle pour un grand nombre d'Invertébrés, notamment d'Insectes et d'Araignées qui servent d'ailleurs de nourriture; elle est venimeuse même pour les Scorpions, semble-t-il, tout au moins à fortes doses; elle l'est pour divers Mammifères, les souriceaux dans la nature, les cobayes au laboratoire, les chiens d'après Maupertuis. Toutefois, des essais répétés et des observations concordantes ont montré qu'il faut distinguer entre les espèces. Certaines, tel *Opisthacanthus lepturus*, ont des glandes très réduites et n'utilisent pas leur aiguillon. D'autres, les petits Scorpions noirs du midi de la France par exemple, piquent bien mais causent moins de douleurs et de réactions qu'une Abeille. Ce n'est pas une question de taille, car les très gros *Pandinus* d'Afrique et d'Asie ne provoquent pas non plus d'accidents graves, tandis que le très petit *Butheolus* d'Aden a une piqûre très douloureuse et dans notre pays le grand *Buthus* languedocien a mauvaise réputation : sa piqûre est toujours très douloureuse pour l'homme et souvent suivie de tuméfaction; selon l'âge, l'état de santé et la dose de venin injectée, on peut voir apparaître ensuite des paralysies partielles et temporaires, de la fièvre, des troubles circulatoires; tout rentre généralement dans l'ordre en un ou deux jours.

D'autres espèces sont encore plus redoutables, par exemple les *Androctonus* d'Afrique, les *Centrurus* du Mexique, certains Chactinés du Brésil.

Dans l'Atlas saharien et le Sahara septentrional, les accidents mortels sont presque tous dus à *Androctonus australis* dont le

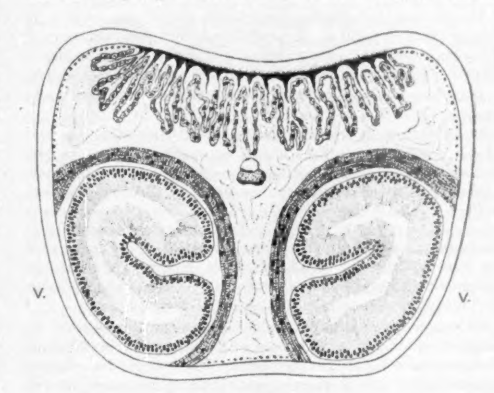


Fig. 4. — ***Coupe transversale de l'ampoule venimeuse du mâle de* Bothriurus vittatus** (Guérin).
De chaque côté, une glande V entourée de sa tunique musculaire.
(D'après PAVLOVSKY).

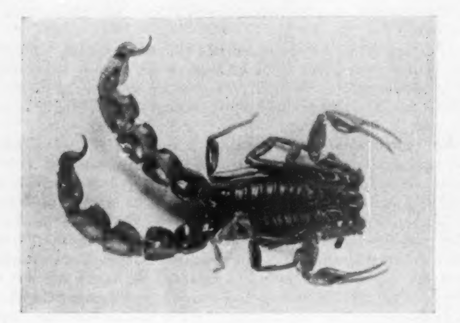


Fig. 5. — Buthus crassicauda (Olivier).
Exemplaire provenant de Téhéran et présentant une double queue, anomalie relativement fréquente chez les Scorpions.
(Photo LE CHARLES).

venin est considéré comme presque aussi toxique que celui de Cobra; un chien peut en mourir en 7 s; l'homme en meurt souvent en 6 à 7 h par défaillance cardiaque ou paralysie respiratoire. A l'Institut Pasteur d'Alger, le docteur E. Sergent a soigné en dix ans 2 000 piqûres de Scorpions dont 500 très graves; à Touggourt, le docteur E. Chaix a vu en un an 400 accidents et 15 morts.

Au nord-ouest du Mexique, dans la région de Durango, on a relevé en 40 ans 1 719 décès dus aux piqûres de six espèces dont la plus dangereuse est *Centrurus noxius*. Au Brésil, à Belo Horizonte, le docteur O. de Magalhaes a relevé en trois ans 2 529 cas. Comme il le dit, il faut donc envisager un « combat contre les Scorpions », pratiquer un « antiscorpionisme ».

Au Brésil, où l'on rencontre les pires Scorpions comme les pires Serpents, on a proposé de lutter par tous les moyens : les gaz toxiques, les substances chimiques nuisibles aux Arthropodes, les pièges spéciaux, la construction d'habitations où les Scorpions ne puissent pénétrer et même la vaccination préventive des enfants. On a aussi cherché une sérothérapie efficace à l'Institut de Butantan.

Au Maroc, en Palestine, en Afrique du Sud, on a commencé l'étude biochimique et physiologique des venins.

A Londres, l'Institut Lister a entrepris l'étude d'un sérum curatif.

Et en France, après des tentatives pour utiliser le sérum anticobra puis l'antitétanique, le docteur Sergent a préparé à Alger un sérum antiscorpionique selon les classiques méthodes pastoriennes : récolte des glandes à venin, broyage dans l'eau salée glycérinée, injections progressives au cheval ou à l'âne dont le sérum devient de plus en plus efficace. La technique publiée en 1938 a maintenant subi l'épreuve de l'expérience. Il reste à organiser la récolte des glandes venimeuses des Scorpions pour disposer de quantités suffisantes de matière première et préparer des sérums spécifiques de chaque espèce dangereuse. Pour cela, il faut pouvoir reconnaître aisément chaque espèce et c'est cette question de systématique qui a conduit l'Institut Pasteur d'Algérie à s'adresser au Muséum national de Paris où M. Vachon a entrepris de reviser soigneusement la classification des Scorpions, à vérifier tous leurs caractères, à choisir les plus commodes pour des déterminations sûres et rapides. Et c'est ainsi qu'après dix ans d'études sur le terrain, au laboratoire et dans les collections, est né ce dernier livre sur les Scorpions qui rendra de grands services à tous : zoologistes, sérologistes, médecins... et habitants des terres mésogéennes.

RENÉ MERLE.

Antibiotiques, vitamine B_{12} et croissance du bétail

On sait que des résultats intéressants ont été annoncés à la suite d'essais d'addition de produits antibiotiques, notamment d'auréomycine, aux rations alimentaires du bétail. Des augmentations sensibles de la vitesse de croissance auraient été observées.

Il semble que la vitamine B_{12} soit également appelée à jouer un rôle important en nutrition animale.

Le bulletin de la station de recherches de Gembloux, en Belgique, a publié le résultat d'études poursuivies sur la répercussion de l'administration par voie buccale de vitamine B_{12} et de pénicilline, sur le rythme de croissance de porcelets parvenus à l'époque du sevrage et soumis à une ration exclusivement végétale. L'expérience fut poursuivie jusqu'au moment où le poids moyen de 45 kg fut atteint. Pour les sujets ayant reçu les deux facteurs, B_{12} et pénicilline, le croît moyen journalier est nettement plus élevé que celui relevé chez les sujets témoins et l'indice de consommation s'est avéré favorable.

Le régime végétal doit être nécessairement supplémenté en ces deux éléments. En effet, on a pu montrer que l'antibiotique seul augmente les besoins en vitamine B_{12} et incite les animaux à consommer davantage, tout en réalisant des gains moyens quotidiens médiocres. D'autre part, la vitamine B_{12} seule ne permet pas une croissance rapide. Le mélange de vitamine B_{12} et de pénicilline s'est révélé favorable pour la croissance des porcelets pesant de 20 à 45 kg.

Nouveaux objets célestes

Chaque année, de nouveaux objets célestes sont découverts : comètes, astéroïdes, novae, etc. *L'Astronomie* relate les premières observations de l'année.

Le 30 janvier, à l'observatoire du Mont Palomar, la première comète de 1952 (1952 *a*) a été signalée par MM. Harrington et Wilson; elle portera donc leurs noms. C'est une toute petite comète de 15e magnitude, dont la queue couvre moins d'un degré.

Le 21 février, M. G. Haro, directeur de l'observatoire de Tonanzintla (Mexique), a découvert une nova de 7e magnitude dans la constellation du Sagittaire; elle s'appellera Nova Haro. Le spectre d'émission de cette nova a été aussitôt établi.

Attendons la suite.

Comparateurs électroniques

L'électronique s'introduit de plus en plus dans la construction des comparateurs pour ateliers de fabrication ; parmi les divers types sur le marché, celui désigné sous le nom d' « ultramicromètre » est fondé sur la mesure des perturbations produites dans un circuit oscillant par la variation de capacité d'un condensateur, variation due à la différence de dimension entre la pièce à mesurer et un calibre-étalon de référence. Avec ce procédé, l'amplification peut dépasser 200 000 et la fidélité de mesure est de quelques centièmes de micron.

Le germanium

La découverte relativement récente des possibilités d'utilisation du germanium en électronique a donné un intérêt inattendu à cet élément.

En 1879, le chimiste russe Mendéléef publiait sa célèbre classification périodique des éléments. Une case restait inoccupée entre le silicium et l'étain, dans la cinquième série de son tableau. Il avait prévu l'existence d'un corps simple encore inconnu. Il avait baptisé ekasilicium ce corps à découvrir et lui attribuait un poids atomique probable de 72.

Six années plus tard, en 1885, le chimiste allemand Winckler analysant l'argydorite, un rare minéral d'une mine argentifère de Freiberg en Saxe, découvrait un élément nouveau, qu'en raison de son origine, il baptisa germanium. Il venait se placer à l'endroit prévu par Mendéléef dans sa classification périodique. Son poids atomique est 72,6 et son symbole est Ge. C'est un métal blanc, d'aspect argenté, de structure cristalline, de densité 5,35, de haute dureté, fondant à 958° C.

Le germanium est extrêmement dispersé dans la croûte terrestre. Il n'entre dans la constitution que de deux minéraux naturels définis et connus : l'argydorite, sulfure double d'argent et de germanium, contenant 6 à 7 pour 100 de ce dernier élément, et la germanite, sulfure triple de fer, cuivre et germanium qui en contient environ 7 pour 100. Ce dernier minéral a été découvert en très petites quantités dans le minerai de plomb, zinc et cuivre de Tsumeb, en Afrique du sud-ouest.

En fait, on ne connaît actuellement aucun gisement de germanium. C'est un élément typiquement diffus. Les spécialistes des études de géochimie en ont décelé en moyenne 2 à 3 g par tonne dans les roches ignées et jusqu'à 35 g par tonne dans des greisen. On a remarqué une concentration exceptionnelle dans certaines houilles. On a trouvé en Grande-Bretagne des suies de cheminées industrielles qui en contenaient 0,75 pour 100. Des cendres de charbon ont atteint jusqu'à 1,6 pour 100 d'oxyde de germanium GeO^2. Cet élément se trouve inégalement associé en très petites quantités, ainsi que d'autres métaux accessoires, cadmium, indium, gallium, aux minerais de zinc, de plomb, d'argent et d'étain.

Ce sont principalement les résidus du traitement industriel de ces derniers minerais qui fournissent le germanium actuellement offert sur le marché commercial. Les plus riches sont les blendes, les minerais sulfurés de la région de Tri-State (Missouri, Oklahoma et Kansas) aux États-Unis. Ils contiennent d'un cent-millième à un dix-millième de germanium.

La présence de cet élément a longtemps été considérée comme indésirable. Malgré ses très faibles proportions, il troublait les opérations d'électrolyse du zinc et son élimination était une coûteuse sujétion. Actuellement, la région de Tri State fournit une grande partie du germanium consommé dans le monde. Il faut abattre et traiter quelque 2 000 à 2 500 t de minerai tout-venant pour en tirer, en plus des métaux communs, un kilogramme de germanium et ceci n'est devenu possible que parce qu'il est un sous-produit précieux.

La valeur commerciale de l'oxyde de germanium est de l'ordre de trois cents dollars, soit un peu plus d'une centaine de mille francs le kilogramme. C'est cet oxyde qui est livré aux consommateurs. Ceux-ci élaborent eux-mêmes le germanium au degré de pureté désiré pour leurs fabrications.

Extraction et purification. — L'extraction du germanium est basée sur sa transformation en chlorure. Par exemple, les poussières des fours des usines à zinc sont chauffées avec du charbon et du sel. Le germanium et le cadmium distillent sous forme de chlorures. Le zinc, l'indium et le gallium restent dans la masse.

Le tétrachlorure de germanium qui bout à basse température, 85° C, est facilement séparé du chlorure de cadmium par distillation, mais il contient toujours comme impureté du trichlorure d'arsenic bouillant à 130° C, qu'il est impossible d'éliminer complètement par distillation fractionnée. On doit recourir à l'action du cuivre en tournures pour le séparer à l'état de chlorure et d'arséniure de cuivre.

Le chlorure de germanium pur redistillé est alors hydrolysé par l'eau et donne de l'oxyde. Celui-ci est ensuite réduit par l'hydrogène, puis fondu sous un gaz inerte. Chaque usine a ses techniques particulières de préparation.

On sait que les propriétés de certains métaux sont profondément modifiées par des traces d'éléments étrangers. C'est le cas du germanium. L'arsenic semble le plus gênant. Il arrive qu'un degré de pureté de 99,993 pour 100 soit jugé insuffisant.

On serait parvenu au degré de perfection recherché en coulant le métal dans de hautes lingotières verticales qu'on laisse refroidir lentement de la partie supérieure vers la base. Au cours de la solidification, les impuretés se concentreraient aux deux extrémités du lingot. Le métal pur serait au centre.

La solidification donne une structure polycristalline. C'est sous cette forme que le germanium a été utilisé pour les tubes électroniques. On cherche maintenant à produire des cristaux uniques qui auraient des effets beaucoup plus constants.

Propriétés et utilisation. — Ce sont ses propriétés de semiconducteur qui ont valu au germanium les demandes croissantes des constructeurs d'appareillage électronique. Il n'est pas le seul semiconducteur disponible; on a utilisé les propriétés du même ordre du silicium, du sélénium, de l'oxyde de cuivre, de divers sulfures, séléniures et tellurures métalliques, de titanates, etc., mais c'est le germanium qui prend la tête en électronique, notamment pour la fabrication des redresseurs et des transitors.

En dehors de ses propriétés électro-conductrices, il faut signaler la haute résistance chimique du germanium aux acides et aux alcalis; sa perméabilité aux rayons infra-rouges qui a permis de l'utiliser sous forme de lentilles. Son incorporation à faible dose, de l'ordre de 0,35 pour 100 seulement, double la dureté de l'étain et il a une action analogue sur l'aluminium, le magnésium et leurs alliages, mais son prix élevé ne permet pas d'envisager son utilisation dans ce but. Pour le moment, son avenir reste limité à l'appareillage électronique. Dans bien des cas, les tubes au germanium peuvent remplacer les diodes et les triodes. On espère construire bientôt des redresseurs de haute puissance et les promesses de développement de ces nouveaux tubes sont aussi larges que le furent celles des anciennes lampes. Ils sont plus durables, plus économiques et peuvent remplacer les montages connus dans presque toutes leurs applications, sauf dans les tubes à haute fréquence. On peut envisager une demande croissante pour les machines à calculer électroniques dont ils réduiront l'encombrement et le coût; pour le matériel de radio et les radars, en aviation où ils apporteront l'appréciable avantage d'une forte réduction de poids et d'encombrement. Ils ne nécessitent qu'une faible puissance d'alimentation et résistent bien aux chocs. Ne réclamant pas de chauffage, ils permettent des réponses instantanées.

Le prix encore élevé du germanium est compensé par le fait que chaque tube n'en exige qu'une quantité infime. Les constructeurs prévoient que, d'ici trois ou quatre ans, la production annuelle de cent millions de transistors sera atteinte. L'industrie de l'appareillage électronique absorbera alors à elle seule de quinze à vingt tonnes de germanium chaque année.

Lucien Perruche,
Docteur de l'Université de Paris.

LES TABLEAUX DE BORD

Le spectacle des cabines de pilotage des avions modernes, hérissées de manettes, tapissées d'instruments, encombrées de panneaux et de pupitres, arrache toujours aux visiteurs des cris de stupéfaction. A ce premier mouvement peuvent succéder deux attitudes différentes. Un sentiment d'inquiétude pénètre les uns, tandis qu'une question monte tout naturellement à leurs lèvres : « Comment des hommes peuvent-ils surveiller cette multitude de cadrans et obéir sans erreurs à leurs injonctions ? ». Les autres haussent les épaules et mettent en doute la nécessité d'une telle abondance d'indications.

Le silence déférent observé par la presse, chaque fois qu'elle a publié des photographies de cabines, a pu accréditer l'opinion qu'il s'agit là d'un domaine mystérieux, accessible à quelques rares initiés. Et pourtant ces panneaux ne sont pas des grimoires, mais les pages claires d'un livre écrit dans le langage universel des chiffres et des couleurs, que le public peut entendre, guidé par quelques notions simples. Nous avons essayé dans les paragraphes qui suivent d'apporter au lecteur ce fil conducteur, en soulignant le caractère logique et nécessaire de l'évolution des tableaux de bord vers la complexité.

Nous préciserons d'abord le rôle général des instruments et des tableaux de bord, nous expliquerons ensuite le rôle de chaque instrument en décrivant plusieurs installations allant de la plus simple à la plus complète.

* * *

Les instruments de bord de l'avion prolongent les sens de l'équipage de diverses façons. Ils ajoutent la précision d'un chiffre aux sensations du pilote, notamment en ce qui concerne les vitesses et les accélérations; ils détectent avec rapidité certaines variations des paramètres en jeu, comme l'altitude ou le cap (variomètre, indicateur de virage); ils transmettent certaines grandeurs que la distance met hors de portée de l'équipage, telles que les températures de culasse; ils traduisent certains phénomènes qui ne peuvent être atteints directement à cause de leur nature, comme les actions magnétiques et radioélectriques.

Dans le cas particulier du vol sans visibilité le rôle des instruments est primordial; ils constituent alors le seul contact valable gardé par le pilote avec le monde extérieur, aussi bien pour joindre l'aérodrome de destination que pour piloter. L'expérience a montré en effet que dans ces circonstances le pilote ne devait pas tenir compte de ses impressions physiologiques, mais se confier uniquement aux indications de ses cadrans.

Les sensations internes provoquées par les accélérations sont extrêmement trompeuses. Prenons le cas d'un virage. La sensation de tourner qui prend naissance au commencement de la manœuvre disparaît au cours de celle-ci, si bien que le pilote qui s'imagine être revenu à une trajectoire rectiligne, serre de plus en plus son virage, ce qui le conduit à la perte de vitesse, c'est-à-dire à basse altitude à la catastrophe.

Afin d'éliminer les risques que faisaient peser ces dramatiques illusions sur le P. S. V. (pilotage sans visibilité), des instruments tels que l'indicateur de virage et l'horizon artificiel, que nous décrirons plus loin, ont été mis au point. C'est à eux que le pilote doit se référer. Ils font plus que prolonger les sens, ils ont raison contre eux.

Tous les phénomènes qui influent sur le pilotage, sur la navigation, le fonctionnement des propulseurs, la climatisation de la cabine et l'utilisation particulière de l'appareil doivent se refléter sur les tableaux de bord.

Cette simple énumération évoque la complexité de ces tableaux. Celle-ci tient non seulement à la complexité de principe de l'avion — cet engin dont la position dans l'espace dépend à chaque instant de 6 paramètres — mais aussi au développement actuel de l'aviation. Le souci aigu de la sécurité, la recherche du confort, la montée continuelle des performances, l'extension prodigieuse des utilisations civiles et militaires et leur grande variété sont autant de causes qui ont introduit et multiplié la nécessité de nouvelles mesures.

En passant en revue différentes cabines d'appareils modernes d'importance croissante, depuis le planeur jusqu'au long-courrier, nous verrons la planche-pilote se gonfler d'instruments à chaque stade pour, en définitive, éclater en plusieurs tableaux.

Le planeur. — La planche du planeur est la plus simple. Un planeur comme le C-801, biplace utilisé pour l'école et l'entraînement, ne porte que cinq instruments : un altimètre, un anémomètre, un variomètre, un niveau transversal et un compas magnétique (fig. 1).

L'altimètre est un baromètre gradué en altitudes d'après la loi de décroissance des pressions atmosphériques avec l'altitude. Comme la pression au sol est variable, le cadran doit être réglable de façon que le pilote puisse recaler le zéro.

L'anémomètre indique la vitesse du planeur par rapport au vent; grâce à deux mesures de pression prises dans un venturi. Les valeurs lues sur le cadran ne correspondent aux vitesses réelles qu'au sol, en altitude elles doivent subir une correction sensible; à 4 000 m, par exemple, il faut ajouter 20 pour 100 à l'indication de l'anémomètre. Celui-ci joue son rôle de repère avec d'autant plus d'efficacité que les valeurs limites, entre lesquelles l'aiguille doit être maintenue, sont indépendantes de l'altitude.

La limite inférieure correspond à la vitesse au-dessous de laquelle l'avion entre en « perte de vitesse », c'est-à-dire s'abat brutalement. La limite supérieure correspond à la vitesse maximum pour laquelle l'appareil a été calculé. Au delà de cette vitesse, les forces aérodynamiques qui s'exercent sur la structure sont susceptibles de la disloquer.

Le variomètre indique la vitesse verticale de descente ou de montée du planeur. Son principe est encore fondé sur la mesure d'une différence de pressions.

Le niveau transversal est constitué par une bille qui se déplace dans un tube de verre courbé vers le bas et rempli d'un liquide amortisseur. Cette bille indique en vol normal la direction de la verticale; il n'en est plus de même au cours des virages qui pourtant s'effectuent correctement « bille au centre ».

Le compas magnétique est une boussole améliorée. Le barreau aimanté est contenu dans un flotteur sphérique qui le maintient horizontal pour le soustraire à la composante verti-

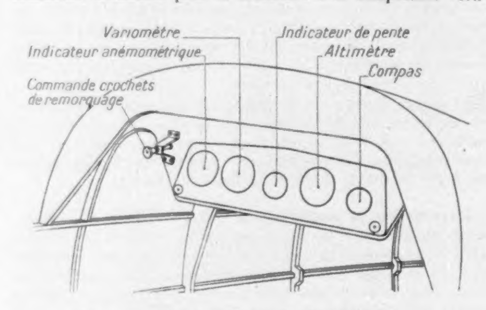
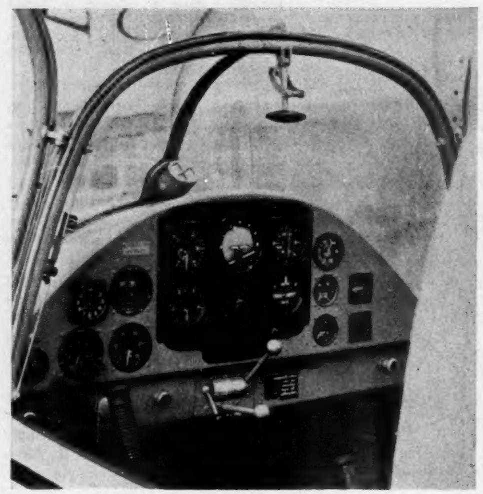


Fig. 1. — *Poste de pilotage du planeur C-801.*
Biplace-école construit actuellement par la Société Minié.

cale du champ terrestre. Un cercle gradué fixé sur le flotteur affiche le cap devant la fenêtre du cadran.

Tous ces instruments, à l'exception du compas magnétique, sont des instruments de pilotage. Remarquons d'ailleurs que par bonne visibilité le pilote ne consulte en général sa planche que par instants. Pratiquement il se réfère à l'horizon et à des points fixes du paysage qu'il situe par rapport à des repères pris sur son capot; il peut ainsi voler à pente constante, suivre une trajectoire rectiligne, tourner de 180°, etc.

Par contre, sur les planeurs de performance destinés à rester dans le ciel de nombreuses heures de jour et de nuit, le tableau de bord doit être complété avec des instruments de P. S. V. et de navigation, analogues à ceux des avions de tourisme.



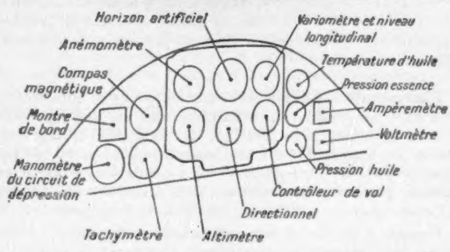


Fig. 2 et 3. — *Poste de pilotage de l'avion de tourisme « Norécrin ».*
Quadriplace construit par la S.N.C.A.N.

L'avion de tourisme. — Sur les appareils de tourisme, aux instruments déjà décrits viennent s'ajouter des instruments de P. S. V., comme l'horizon artificiel ou gyrohorizon et l'indicateur de virage, et un instrument de navigation, le directionnel, encore appelé gyrocompas ou conservation de cap.

La pièce essentielle de ces trois instruments est un gyroscope. L'horizon artificiel, qui donne la verticale, et le directionnel, qui reste parallèle à une horizontale donnée, utilisent la propriété du gyroscope de conserver pour l'axe de son rotor une direction fixe par rapport aux étoiles. Quant à l'indicateur de virage, qui mesure des vitesses angulaires, son gyroscope est monté de façon à être sensible aux forces d'inertie engendrées par les virages. Cet indicateur est placé dans le même cadran que la bille; leur ensemble forme le contrôleur de vol.

Sur l'horizon artificiel, l'horizon est figuré par une droite qui se déplace derrière une maquette de l'avion fixe. La position de cette droite permet de savoir si l'avion s'incline sur le côté, s'il monte, s'il est en palier ou s'il descend.

Le directionnel indique un cap. Il ne fait pas double emploi avec le compas magnétique comme on pourrait le croire. En effet les indications de ce dernier instrument, placé au milieu de masses métalliques et à proximité de circuits électriques, sont assez incertaines.

Le tableau de bord des avions légers n'est pas uniquement consacré aux instruments de pilotage et de navigation; le moteur et les équipements y introduisent de nouveaux cadrans. Le pilote doit en effet contrôler le régime, c'est-à-dire le nombre de tours du moteur par minute, la pression d'admission, les températures de culasse, ou celles de tuyère s'il s'agit d'un turboréacteur, le volume restant d'essence, les températures et pressions d'huile du circuit de graissage, les intensités et les différences de potentiel des circuits électriques, etc.

Ces diverses mesures exigent des tachymètres, des manomètres, des thermocouples, des jaugeurs, des ampèremètres et des voltmètres. On voit ces instruments sur la planche-pilote du « Norecrin », sauf les jaugeurs qui sont fixés sur la paroi droite de la cabine (fig. 2, 3 et 4).

L'avion de chasse. — Le tableau de bord de l'avion de chasse est encore plus encombré. Les performances élevées et

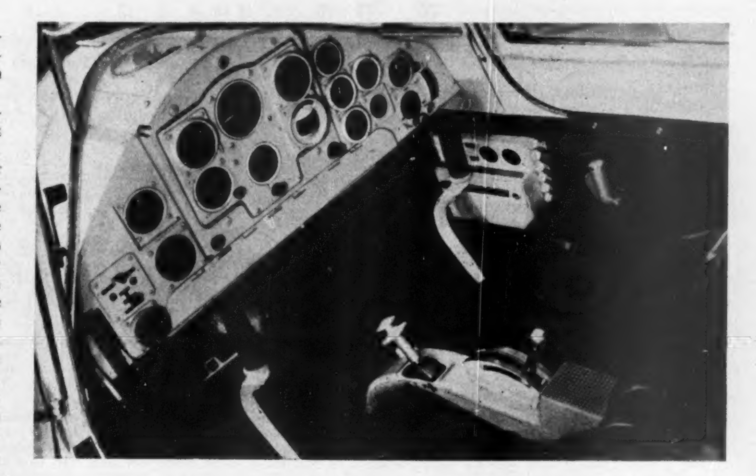


Fig. 4. — *Poste de pilotage du « Noralpha », avion de liaison quadriplace de la S.N.C.A.N.*

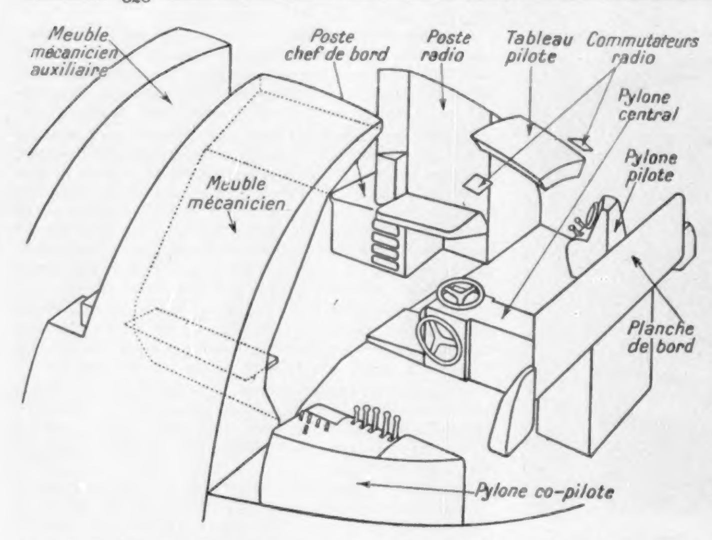


Fig. 5. — *Poste de pilotage de l'avion de transport SE-20 10 « Armagnac ».* Appareil construit par la S.N.C.A.S.E. (*Imité de la notice technique du SE-2010*).

les aménagements spéciaux entraînent de nouvelles servitudes qui appellent de nouveaux instruments.

Nous mentionnerons le machmètre, l'accéléromètre, l'indicateur de position, les aides à l'atterrissage sans visibilité (A.S.V.) et quelques manomètres relatifs au conditionnement et aux circuits hydrauliques des commandes de freins, de train et de volets.

Le machmètre est indispensable aux grandes vitesses. Aux abords de la vitesse du son apparaissent des phénomènes de compressibilité caractérisés par le nombre de Mach qui est le rapport de la vitesse de l'appareil à la vitesse locale du son; il existe pour chaque appareil un nombre de Mach limite à ne pas dépasser.

D'autre part, à ces mêmes vitesses, les évolutions semi-acrobatiques s'accompagnent d'accélérations qui engendrent dans la structure des forces d'inertie considérables. Ces forces sont proportionnelles au carré de la vitesse. Il est donc nécessaire de fixer là aussi une limitation contrôlée par l'accéléromètre.

Le rôle de l'indicateur de position est d'éviter au pilote de fausses manœuvres, en lui montrant la configuration dans laquelle se trouvent son train escamotable et ses volets hypersustentateurs.

La sécurité est encore assurée par une série de voyants qui avertissent de certains dangers comme l'incendie ou de certaines anomalies de fonctionnement.

Enfin le vol à haute altitude nécessite un conditionnement de la cabine qui introduit au tableau de bord de nouveaux thermomètres et manomètres.

L'avion de transport. — Sur les avions de gros tonnage il n'est plus question de rassembler tous les cadrans autour d'un seul homme. Le souci de la sécurité et l'importance même de l'appareil avec ses aménagements et ses groupes moto-propulseurs au nombre de 2, 4 ou davantage ne le permettent plus. Les instruments sont distribués en plusieurs tableaux attribués aux divers membres de l'équipage.

Prenons le cas du SE-2010 « Armagnac » (fig. 5). Les instruments sont répartis en 4 tableaux principaux, la planche de bord proprement dite dont la partie gauche est réservée au

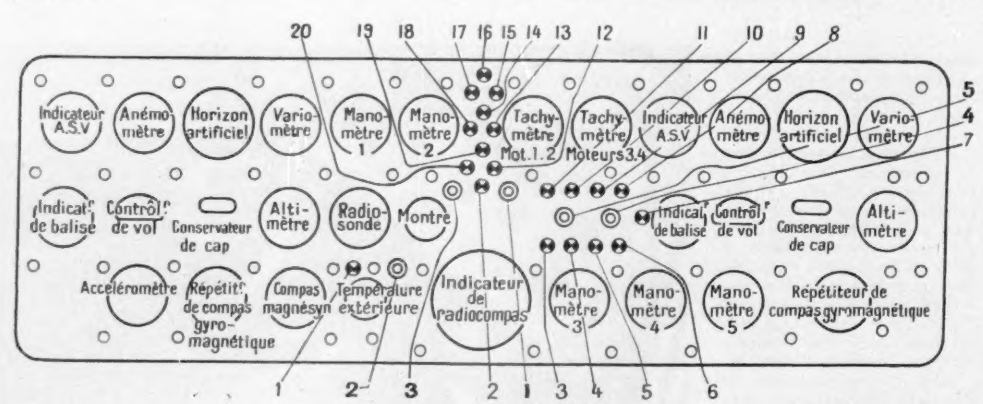


Fig. 6. — *Planche de bord du SE-2010 « Armagnac ».*

Manomètres : 1, pression d'admission (moteurs 1 et 2) ; 2, pression d'admission (moteurs 3 et 4) ; 3 et 4, freins ; 5, train. *Lampes* (cercles blancs simples) : éclairage de la planche de bord. *Boutons poussoirs des voyants* (cercles blancs doubles) : 1, train ; 2, frein de parc ; 3, train ; 4, huile ; 5, essence. *Voyants* (cercles avec croix noire) : 1, frein de parc ; 2, rétractage train avant ; 3 à 6, baisse pression essence des quatre moteurs ; 7, incendie ; 8 à 11, baisse pression huile des quatre moteurs ; 12, mouvement trappe droite ; 13, train sorti droit ; 14, train sorti avant ; 15, mouvement train droit ; 16, mouvement train avant ; 17, mouvement train gauche ; 18, train sorti gauche ; 19, mouvement trappe avant ; 20, mouvement trappe gauche (*Comparer avec la photo de notre couverture*).

pilote et la partie droite au copilote, le « meuble mécanicien », le « meuble mécanicien auxiliaire » et la planche du navigateur.

La figure de la couverture de cette revue et la figure 6 montrent la disposition de la planche de bord et la figure 7 celle du meuble mécanicien. Le meuble mécanicien auxiliaire, groupe les cadrans relatifs au conditionnement d'air, à la régulation de température, au système de dégivrage et au système de défense contre l'incendie.

La planche du navigateur rassemble des répétiteurs qui indiquent l'altitude de l'altimètre, les caps du compas magnesyn et du radiocompas, l'heure de la montre de bord, la vitesse et la température extérieure.

Examinons maintenant la planche-pilote. Nous remarquons que l'altimètre a été doublé par une radiosonde. Celle-ci donne une mesure absolue de l'altitude par émission et réception d'ondes décimétriques modulées en fréquence. Elle est particulièrement utile lorsque la pression au sol n'est pas connue.

L'infrastructure radioélectrique est représentée sur ce tableau par un radiocompas, un indicateur de balise et un indicateur d'atterrissage sans visibilité. Ce dernier est constitué par deux aiguilles perpendiculaires; l'une, verticale, indique si l'avion est dans l'axe de la piste; l'autre, horizontale, si l'avion est dans le plan de descente idéal. Au cours d'un atterrissage le pilote doit donc agir sur ses commandes de façon que ces aiguilles se croisent au centre du cadran.

On remarque encore deux nouveaux compas, le compas magnésyn et le compas gyromagnétique. Pour remédier aux défauts du compas magnétique et du directionnel, on fait appel sur les avions de gros tonnage à des ensembles complexes, véritables centrales de cap. L'Armagnac est équipé de deux centrales de cap distinctes, le compas gyromagnétique de Bezu et le compas magnésyn ou flux-gate de Bendix-Pioneer.

Dans le compas gyromagnétique un compas magnétique ordinaire est associé avec un gyrocompas. Dans le compas magnésyn un détecteur de champ à induction est maintenu horizontal par un gyroscope d'assiette.

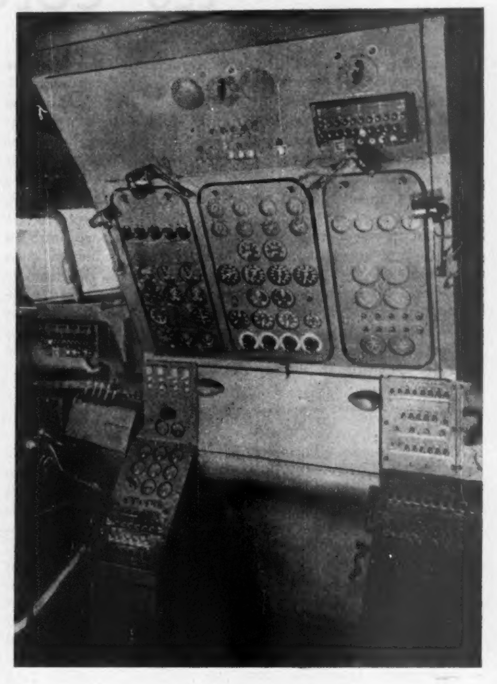


Fig. 7. — *Meuble mécanicien du SE-2010 « Armagnac »*.
Ce meuble groupe les instruments de contrôle des quatre groupes motopropulseurs, leurs commandes manuelles et électriques, et les fusibles. Le clavier du meuble, fermé sur cette photo, ne montre pas les commandes manuelles (*Photo S.N.C.A.S.E.*).

* * *

L'installation des tableaux de bord pose de nombreux problèmes qui concernent les vibrations, l'accessibilité, la visibilité de nuit, la disposition rationnelle des cadrans, la clarté des inscriptions, etc. Pour comprendre vraiment l'importance de ces trois dernières questions, il faut se représenter qu'un pilote de chasse doit faire le tour de ses cadrans en quatre secondes, c'est-à-dire dans le temps mis par son engin pour faire un bond de 1 km. On soulage l'effort du pilote par divers procédés, notamment en traçant le long des graduations des arcs de couleur, verte pour les zones d'utilisation, jaune pour les zones de prudence, et en marquant les valeurs limites d'un trait rouge.

Cependant on peut se demander si le jour n'est pas proche, dans l'évolution vers la complexité, où l'homme déjà surmené sera débordé par sa tâche.

JACQUES LACHNITT.

Les recherches géologiques et minières aux Indes

Le gouvernement des Indes fait un effort très important pour l'étude géologique et minéralogique du pays, en vue principalement d'en connaître et d'en développer les richesses minières. Les anciennes cartes géologiques qui étaient établies à une petite échelle (quatre pouces pour un mile) vont être révisées à l'échelle d'un pouce par mile.

Le Service Géologique hindou ne dispose actuellement que d'un laboratoire à Calcutta. Des crédits importants lui ont été consentis en vue de la création d'une série de stations pour l'étude pétrographique, minéralogique et l'analyse chimique des minéraux. Ces laboratoires seront situés à Bombay, Madras, Lucknow et Nagpur et pourvus de l'équipement et du personnel spécialisé nécessaire.

Verre détecteur de radiations

L'U.S. Navy et la Bansch and Lomb Optical Cy ont mis au point un type de verre sensible aux radiations atomiques et pouvant, de ce fait, être utilisé comme détecteur de ces radiations. Ce verre clair et incolore, qui contient d'appréciables quantités d'argent dissous, ne change pas en apparence à la lumière ordinaire lorsqu'il est exposé à un rayonnement d'énergie élevée, mais il indique le degré d'exposition par la quantité de fluorescence orange qu'il émet sous une lumière ultra-violette. Ce verre dosimètre est extrêmement sensible aux faibles traces de radiations et peut détecter des quantités très inférieures au niveau considéré comme dangereux pour la santé.

LES COLORIMÈTRES

Dans un récent article (1), nous avons attiré l'attention sur les très nombreux développements des dosages colorimétriques. Ils ont devenus les moyens d'analyse chimique les plus couramment employés, et ils le doivent à leur simplicité, leur rapidité, leur sensibilité et leur précision. Nous voudrions compléter cette étude en indiquant les progrès des instruments inventés pour leur mise en œuvre.

Sous des appellations diverses : colorimètres, photomètres, néphélomètres et turbidimètres, absorptiomètres, spectrocolorimètres et spectrophotomètres, ils cherchent tous à résoudre au mieux le problème complexe de l'absorption de la lumière dans une solution ou une suspension qu'elle traverse. Le terme le plus ancien et le plus commun de colorimètre est peut-être le moins heureux et pourrait être réservé aux instruments tout différents cherchant à spécifier et définir les couleurs. Le mot photomètre serait le plus général, mais il est déjà employé pour les dispositifs de mesure des sources lumineuses.

Principe

Tous les dosages colorimétriques présupposent la validité de la loi de Lambert-Beer qu'ils appliquent, à savoir qu'un rayon lumineux d'intensité I_0, traversant une solution d'un corps absorbant, n'a plus à la sortie qu'une intensité I, fonction de la nature ε des molécules ou des ions dissous, de leur concentration c et de l'épaisseur e de la couche de liquide traversé. La transmission T est le rapport $I : I_0$ des deux intensités lumineuses; elle s'exprime le plus souvent en pourcentage. La densité optique D de la solution est le logarithme du rapport inverse :

$$D = \log \frac{I_0}{I} = \varepsilon ec.$$

Cela exprime que l'absorption est indépendante de l'intensité de la source et qu'elle est proportionnelle à la concentration et à l'épaisseur de la solution traversée. A égalité d'absorption, $ec = e'c'$, et $c' = ec/e'$, si bien qu'en comparant une solution colorée dont on connaît la concentration c et une autre de même couleur mais de titre inconnu c', on peut déterminer par une simple mesure de longueur le poids du corps coloré dissous dans la seconde solution. De même, au cours d'une réaction chimique, on peut suivre la formation ou la disparition progressives d'un composé coloré par une série de mesures d'épaisseurs.

Bien entendu, comme pour toute mesure, les conditions d'observation deviennent de plus en plus strictes à mesure qu'on cherche une plus grande précision.

La loi de Beer n'est rigoureuse qu'en lumière monochromatique. Cela conduit à éliminer l'éclairage du jour et celui des lampes d'éclairage ordinaires au spectre trop étendu, pour n'observer qu'à travers des écrans colorés, opaques pour une grande partie de la lumière visible, ou même à n'utiliser que des lampes spéciales, à mercure ou à sodium par exemple.

L'éclairage doit être constant et défini. Cela conduit à stabiliser le courant alimentant les lampes puisque les variations de voltage du secteur changent la température d'émission et la composition spectrale de la lumière.

Il faut se défier des rayons infrarouges qui échauffent les solutions et les cellules photoélectriques et des rayons ultraviolets qui provoquent souvent des couleurs de fluorescence diffusant hors des systèmes optiques de mesure, à moins qu'on ne veuille s'en servir systématiquement (spectrophotométrie).

D'autres causes d'erreurs proviennent des solutions colloïdales ou troubles et des suspensions qui dispersent aussi la lumière, mais on peut chercher à doser ainsi certains corps à grosses molécules, des flocculats, des précipités (néphélométrie, turbidimétrie).

Enfin, chaque corps en solution a un spectre d'absorption particulier; il est transparent à certaines longueurs d'onde, opaque à d'autres, et l'on utilise aujourd'hui ces particularités pour titrer certains ions en présence d'autres ions gênants sans s'astreindre à de longues et laborieuses séparations préalables. C'est ainsi qu'on dose le nickel dans les aciers par la glyoxime, malgré l'abondance du fer, en opérant dans la région spectrale de 535 mμ de longueur d'onde.

Tout intervient, la nature des verres des optiques et des cuves, leur état de propreté, la pureté des solvants. Heureusement, on opère par comparaison entre deux ensembles : source lumineuse commune, optiques symétriques, cuves et solvants identiques, si bien que les seules variables importantes restent la concentration ou l'épaisseur du composé qu'on désire titrer. On s'assure pour commencer que la loi de Beer s'applique, en opérant sur des solutions titrées; on détermine la courbe des densités optiques pour des concentrations croissantes en vérifiant qu'elle est une droite. On étalonne ainsi en même temps qu'on valide les mesures qui suivront.

Les colorimètres visuels

Le plus ancien et le plus classique des colorimères est celui de Duboscq. Sur un socle lourd, il présente un bâti vertical où se trouvent fixés de bas en haut un miroir plan réfléchissant, deux cuves fixes en verre, identiques et parallèles, C et C' (fig. 1), deux prismes en verre mobiles P et P', un système optique rapprochant les deux champs lumineux. Une des cuves reçoit une solution colorée titrée c qui sert de référence, l'autre est la solution de même couleur dont on cherche la concentration c'. Les prismes peuvent être plongés plus ou moins dans les cuves au moyen de boutons molletés déplacés le long d'une crémaillère bordée par une échelle qui permet de lire les enfoncements. Les deux faisceaux lumineux sortant vers le haut sont rapprochés par deux prismes à double réflexion totale et apparaissent au contact dans un oculaire qui les surmonte. En tournant les boutons, on enfonce plus ou moins les prismes dans les cuves jusqu'à obtenir l'égale intensité de couleur des deux plages vues dans l'oculaire. On lit les épaisseurs e et e' de liquide traversées. La concentration inconnue c' est d'après la loi de Beer : $c' = ce/e'$.

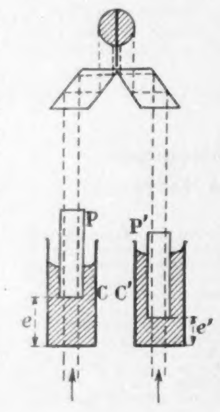


Fig. 1. — *Colorimètre de Duboscq à une couleur.*

On peut ainsi titrer rapidement la concentration d'une solution colorée, par exemple de permanganate de potasse. La mesure n'est pas très sensible; on obtient au mieux une précision de l'ordre de 2 pour 100. On l'améliore en observant à travers un écran vert. Mais il faut que l'eau qui a servi à préparer la solution soit rigoureusement incolore; la moindre teinte, le moindre louche fausseraient la mesure, de même qu'une réduction du permanganate en produits d'autres couleurs que le violet. En effet, on opère en

1. *La Nature*, n° 3210, octobre 1952, p. 300.

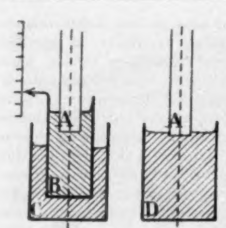


Fig. 2. — *Colorimètre de Gillespie à deux couleurs.*

lumière blanche composite, l'absorption n'est intense que dans une bande assez étroite et on ne pourrait réaliser en même temps l'égalité d'éclairement (photométrie) et celle de couleur (colorimétrie).

Le colorimètre de Duboscq a été modifié de multiples façons pour servir à d'autres usages que le titrage de solutions pures. Il n'est pas utilisable pour les solutions qui changent de couleurs, telles que celles additionnées d'un indicateur bicolore de *p*H ou de *r*H dans la zone de virage, ou qui ont une couleur propre, tels que beaucoup de liquides biologiques (urine, sérum, etc.) ou qui floculent ou précipitent.

Gillespie a proposé pour les titrages dans la zone de virage des colorants bicolores un système de cuves un peu différent (fig. 2). Le liquide à examiner est placé dans la cuve D fixe, additionné d'une certaine quantité de la solution d'indicateur; on l'observe à travers le prisme A fixe. Le liquide de référence, d'égale épaisseur, est réparti entre la cuve fixe C et la cuve mobile B; on y ajoute l'indicateur à même concentration; le liquide d'une des cuves est acidifié et celui de l'autre alcalinisé, ou bien l'un est oxydé et l'autre réduit. On déplace la cuve mobile B entre le prisme A et le fond de la cuve C; on réalise ainsi des rapports divers des deux couleurs extrêmes de l'indicateur et on cherche à l'oculaire l'égalité de teinte avec celle du liquide en D. Une échelle indique les positions de B, c'est-à-dire les pourcentages des deux couleurs de l'indicateur.

Pour tenir également compte de la couleur propre du liquide mis en œuvre, on a été jusqu'à observer à travers deux systèmes de trois cuves placées l'une derrière l'autre. C'est ainsi que Legendre a réalisé un colorimètre dont la figure 3 donne la vue en plan. Sur un chariot déplaçable latéralement par un tambour gradué, on trouve d'un côté deux cuves prismatiques triangulaires pleines d'eau pure et une cuve rectangulaire remplie du liquide à examiner additionné d'un indicateur approprié de *p*H ou de *r*H; de l'autre, la cuve rectangulaire contenant le même liquide seul et les deux cuves prismatiques contenant le même indicateur, à même concentration dans l'eau pure, viré à l'acidité ou à l'alcalinité, ou bien oxydé ou réduit. En déplaçant le chariot vers la droite, la plage de gauche reste invariable, celle de droite passe progressivement d'une couleur à l'autre de l'indicateur. On s'arrête quand les deux plages deviennent de même teinte composite; le tambour indique la grandeur du déplacement. Là encore, les deux faisceaux lumineux sont rapprochés par un prisme; ils sont en outre redressés à 45° pour la commodité de l'observation et forment deux plages contiguës dans un oculaire.

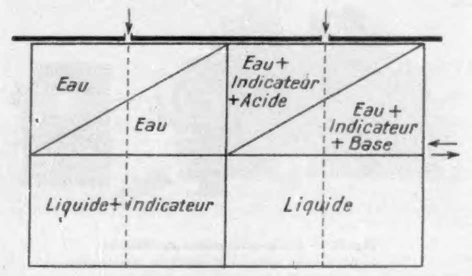


Fig. 3. — *Vue en plan du colorimètre de Legendre à trois couleurs.*

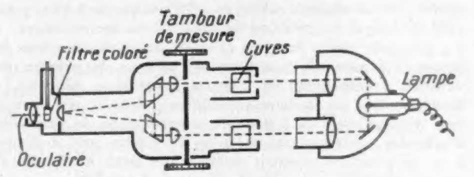


Fig. 4. — *Schéma du photomètre de Pulfrich.*

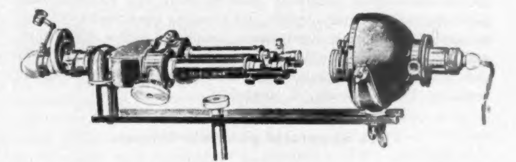


Fig. 5. — *Un photomètre de Pulfrich à visée horizontale.*

Pulfrich a imaginé un appareil beaucoup plus complexe (fig. 4 et 5) qui permet des mesures photométriques précises dans un très grand nombre de conditions différentes. Sur un rail métallique, ou même un véritable banc d'optique, on trouve, exactement centrés, une source lumineuse, un système de cuves à faces parallèles, un système de coins photométriques manœuvrés par des tambours de mesure, un oculaire à deux champs contigus. La lampe est une ampoule à filament spiralé pour les mesures en lumière visible; on lui substitue une lampe à vapeur de mercure pour l'observation des fluorescences. La source enfermée dans une enveloppe opaque envoie deux faisceaux parallèles par deux ouvertures appropriées et ceux-ci frappent la face plane antérieure de cuves prismatiques ou cylindriques dont il existe divers modèles de capacités et de longueurs variées. En arrière de la face plane postérieure des cuves d'absorption, deux grands tambours gradués actionnent deux tiges qui pénètrent plus ou moins dans le champ des rayons lumineux. Puis des prismes à réflexion totale rapprochent les deux faisceaux et les dirigent vers l'oculaire où l'œil les aperçoit en contact. Avant l'oculaire, un disque porte-filtres permet d'interposer un écran coloré qui arrête une partie du spectre et donne un éclairage limité, sinon monochromatique.

On ne compare plus deux couleurs comme dans les instruments précédents, mais bien deux intensités lumineuses dans la même teinte générale donnée par l'écran spectral. Une des cuves a été remplie de la solution colorée qu'on veut photométrer, l'autre ne contient que le solvant sans le colorant; par la manœuvre des deux tambours, on réduit fortement la section du faisceau lumineux venant de la seconde et on cherche de combien il faut diminuer l'autre pour avoir la sensation de l'égalité d'éclairement dans une teinte uniforme. On lit directement sur la graduation du tambour le pourcentage de transparence de la solution colorée, dont on tire, par une table ou par le calcul, la concentration en fonction de l'épaisseur de la couche de liquide traversée et du coefficient d'extinction spécifique ε de la substance colorante considérée. On a préalablement déterminé ce coefficient en dosant une fois pour toutes une série de solutions étalons.

Le photomètre de Pulfrich est un très bel instrument de physique, beaucoup plus étudié au point de vue optique que le colorimètre de Duboscq par exemple, mais il ne gagne pas tellement en précision pour autant, parce qu'il aboutit à l'œil de l'observateur chargé de juger par ses sensations des intensités d'éclairement. Or, l'œil est un mauvais photomètre et

encore plus un mauvais colorimètre; il n'a pas de fidélité parce qu'il se fatigue et qu'il est sensible à tous les contrastes; il n'a pas égale vision dans ses diverses parties ni chez tous les hommes; il introduit dans toutes les mesures des erreurs personnelles systématiques et d'autres temporaires variables, si bien que dans les meilleures conditions, dans la région spectrale du jaune-vert où il présente son maximum de sensibilité, il n'assure pas même une précision de 1 pour 100; il dépasse 5 et 10 pour 100 d'erreur relative aux deux extrémités du spectre visible et reste aveugle en deçà et au delà.

Le photomètre de Pulfrich a substitué aux mesures comparatives entre deux solutions colorées dont une préalablement titrée qu'il faut garder stable, des mesures photométriques instantanées d'intensités lumineuses, beaucoup moins hétérochromes, dans un seul liquide dont on détermine l'absorption, d'où découle la densité optique, mais il n'a pas changé le récepteur sensible, l'œil humain, si imparfait.

Les appareils photoélectriques

Un grand progrès a été accompli quand on a pu substituer à l'œil des cellules photoélectriques. On en dispose maintenant de deux sortes : photovoltaïques et photoémissives.

Une cellule photovoltaïque ou à couche d'arrêt est une ampoule de verre vide d'air dans laquelle on a enfermé une couche de sélénium entre une plaque de fer ou de cuivre et une lame transparente (film) d'or, de platine, de cuivre ou de plomb. A l'obscurité, il ne s'y passe rien; à la lumière il s'y crée un courant électrique, à peu près proportionnel à l'intensité lumineuse reçue, assez intense pour être aisément mesurable, à condition que la température ne varie pas et que la lumière atteigne toujours la même région de la cellule. La sensibilité maximale de cette cellule est à peu près dans la même région spectrale que celle de l'œil. Avec deux de ces cellules, l'une éclairée par le faisceau lumineux de la source, l'autre par un faisceau identique après qu'il a traversé une couche du liquide qu'on examine, on peut faire un montage en opposition et annuler la différence entre les deux circuits en modifiant l'éclairement d'une des cellules au moyen d'un écran : diaphragme, coin triangulaire de verre gris neutre, pales tournantes d'un profil spécial dont on change l'écartement en les déplaçant, ou encore nicols plus ou moins croisés. On constate l'égalité des deux courants opposés par leur annulation, au moyen d'un galvanomètre très sensible, dit instrument de zéro. Il ne reste qu'à lire le déplacement de l'écran pour connaître la densité optique de la solution interposée. L'œil ne sert plus qu'à voir la position du spot du galvanomètre et à lire une longueur sur un tambour ou une règle; ses défauts ont été éliminés.

Les cellules photoémissives ne transforment pas l'énergie lumineuse en énergie électrique. Elles fonctionnent sur un circuit alimenté par une source extérieure de courant et forment seulement une résistance variable sensible à l'éclairement.

Ce sont des ampoules de verre où l'on a enfermé une plaque métallique et une grille ou un anneau avant d'y faire le vide. L'anneau est connecté au pôle positif et la plaque au pôle négatif d'un circuit où l'on entretient une différence de potentiel de quelques dizaines de volts. Un galvanomètre sensible est introduit dans ce circuit. A l'obscurité, rien ne se produit; à la lumière, des électrons passent de la plaque vers l'anneau, ce que le galvanomètre révèle, et d'autant plus que la lumière est plus intense. Ce courant dépend de la nature du métal de la plaque, des traces de gaz introduites dans l'ampoule et de la composition spectrale de la lumière. Le potassium est particulièrement sensible, surtout en présence d'une trace d'hydrogène et pour les couleurs bleutées; le césium a son maximum de sensibilité dans le jaune vert comme l'œil; le sodium et le cadmium sont plus sensibles dans l'ultraviolet.

Ces cellules fonctionnent même dans un très faible éclairement et sont sensibles à de très petites variations; on amplifie celles-ci d'autant plus que les écarts sont plus faibles, pour garder une sensibilité suffisante. On peut réduire l'intensité de la lumière incidente, et par conséquent diminuer la largeur de la bande spectrale utilisée, ce qui permet d'opérer en lumière bien moins hétérochrome. Enfin, certaines ont leur maximum de sensibilité dans l'ultraviolet et fournissent des mesures dans une région du spectre invisible pour l'œil. Elles sont particulièrement utilisées dans les appareils d'analyse spectrale destinés à la photométrie de raies déterminées, étroites et souvent peu lumineuses. Nous n'en parlerons pas plus longuement, voulant nous limiter aux appareils les plus courants.

Il en existe un certain nombre, différant surtout par le mode de groupement et d'assemblage des diverses parties pour diminuer l'encombrement et augmenter la commodité de manœuvre. Tous mesurent la densité optique d'une seule solution au moyen d'une paire de cellules photovoltaïques montées en opposition et contrôlées par un galvanomètre sensible fonctionnant comme appareil de zéro. La filtration de la lumière de la source a été plus ou moins poussée et les écrans d'obscuration choisis diversement selon les types, mais tous permettent des mesures également rapides et fidèles, sans grand apprentissage. Nous n'en décrirons que deux d'invention et de construction françaises, l'électrophotomètre de Meunier et le photocolorimètre de Bonet-Maury.

L'électrophotomètre de Meunier est le premier du genre et date de 1935. La figure 6 montre son schéma et la figure 7 son aspect extérieur. Une lampe à incandescence *1* à filament torsadé est enfermée dans une boîte d'où la lumière sort à travers deux écrans colorés opposés 2 qu'on peut choisir de teinte

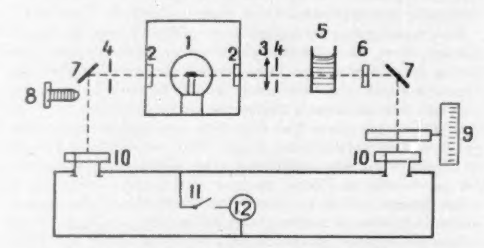


Fig. 6. — *Schéma de l'électrophotomètre de Meunier.*

1, source lumineuse ; 2, écrans chromatiques ; 3, lentille ; 4, diaphragmes ; 5, cuve d'absorption ; 6, surcharge photométrique amovible ; 7, miroirs ; 8, vis pour réglage fin du zéro du galvanomètre ; 9, tambour gradué commandant un coin photométrique ; 10, cellules photovoltaïques ; 11, bouton fermant le circuit du galvanomètre ; 12, galvanomètre de zéro à spot enfermé.

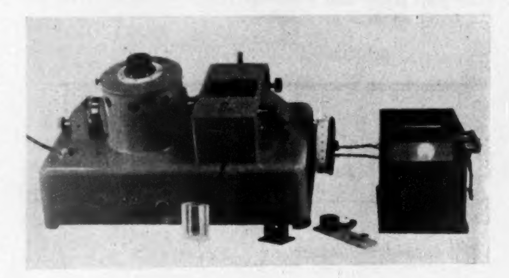


Fig. 7. — *Électrophotomètre de Meunier.*

A gauche, le bloc optique ; à droite, le galvanomètre ; en avant, diverses formes de cuves.

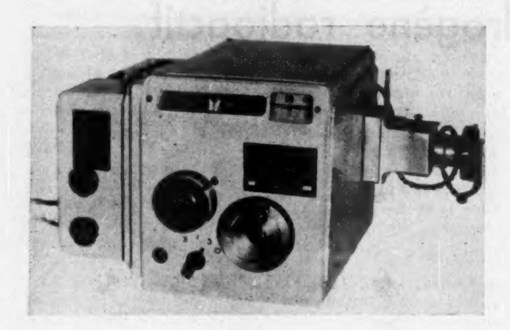


Fig. 8. — *Photocolorimètre de Bonet-Maury.*
A droite, l'écran coloré, la cuve du liquide en examen et l'une des cellules photoélectriques. De face, en haut, le spot du galvanomètre et l'image de l'échelle micrométrique du déplacement des pales rotatives formant écran réglable ; au-dessous, à gauche, tambour de réglage par miroir du faisceau de compensation, bouton de mise en circuit du galvanomètre et clé de variation des sensibilités ; à droite, tambour de déplacement du système de pales.

voulue. Les deux faisceaux suivent des chemins symétriques avant de venir frapper les cellules photovoltaïques réceptrices *10*. L'un (celui de droite sur le schéma de la figure 6) traverse successivement une lentille plan convexe *3* qui rend les rayons parallèles, un diaphragme à iris *4* qui limite le champ, une cuve en verre à faces parallèles *5* remplie de la solution à mesurer et au besoin une ou deux surcharges photométriques *6* amovibles. Après réflexion sur le miroir *7*, le faisceau lumineux traverse un coin photométrique en verre gris neutre comme les surcharges, taillé soigneusement d'épaisseur décroissante, dont la translation est commandée par un tambour latéral *9* et connue par la graduation de celui-ci. La lumière frappe alors une des cellules photovoltaïques *10* logée dans le socle de l'appareil.

L'autre faisceau (à gauche de la figure 6) également coloré rencontre un autre diaphragme *4*, est réfléchi sur un miroir *7*, plus ou moins obstrué par la pointe d'une vis moletée *8* et tombe sur l'autre cellule photovoltaïque *10*.

Les deux cellules sont mises en opposition avec un galvanomètre *12* monté en pont qui n'est en circuit que le temps qu'on pousse un bouton *11*.

Le coin étant à son maximum d'épaisseur et la cuve vide, on équilibre les deux circuits en manœuvrant la vis *8*, les diaphragmes *4* et en ajoutant au besoin les surcharges *6*. Puis on remplit la cuve du liquide dont on cherche la densité optique et on diminue l'épaisseur du coin photométrique jusqu'à ramener le spot du galvanomètre au zéro. Le déplacement du coin se lit sur le tambour *9*. Il est proportionnel à la densité optique de la solution.

L'électrophotomètre de Meunier peut servir à une très grande variété de dosages photométriques, opacimétriques, colorimétriques. Il donne rapidement des mesures exactes et sensibles et permet dans beaucoup de cas de suivre la cinétique des réactions. Il est devenu d'un usage courant dans les laboratoires d'analyses.

Le photocolorimètre de Bonet-Maury (fig. 8), apparu quelques années plus tard, est basé sur les mêmes principes, mais diffère par un certain nombre de points. Il se présente en un seul bloc, le galvanomètre étant enfermé dans la boîte. Le réglage du faisceau lumineux de la source est obtenu par le déplacement d'un miroir qui l'envoie directement sur une des cellules photovoltaïques. Une autre partie du même faisceau, concentrée par un système optique, passe à travers un filtre coloré choisi parmi douze écrans Wratten de transparences spectrales différentes, puis à travers la cuve contenant la solution qu'on essaie et il va frapper la seconde cellule. Les deux cellules sont montées en opposition avec un galvanomètre sensible en dérivation ; son miroir, éclairé par une autre lampe, renvoie un spot qui, après plusieur réflexions dans l'intérieur de l'appareil, est visible à travers une fenêtre transparente. Les réglages de l'éclairement de la cuve ne sont pas obtenus par des écrans, des diaphragmes, des verres teintés, mais par une palette interceptant plus ou moins le faisceau lumineux, mise en rotation rapide par un petit moteur et fonctionnant à la façon de certains clignoteurs. Elle a une forme étudiée pour arrêter l'éclairage vers la cuve une fraction variable du temps, selon la position de son axe de rotation et celui-ci peut être déplacé par un volant, le long d'une échelle micrométrique éclairée qui se projette à côté du spot du galvanomètre.

L'appareil présente une plus grande complexité mécanique que celui de Meunier, mais les réglages sont un peu plus rapides. Il a également reçu bon accueil dans les laboratoires de chimie.

L'usage de ces appareils joint à l'emploi des réactifs colorés de plus en plus nombreux, sensibles et sélectifs, qu'offrent les nouvelles ressources de la chimie organique, a complètement transformé en ces dernières années la plupart des techniques d'analyse et singulièrement simplifié et activé les dosages ; il a permis dans nombre de cas le dosage rapide de traces, aussi faibles que le millionième de gramme ou le titrage de corps très voisins sans séparations préalables [1].

André Breton.

1. Charlot et Gauguin. *Dosages colorimétriques. Principes et méthodes.* Masson, Paris, 1952.

Le développement minier du Congo belge

Le rapport pour l'année 1951 de l'Union minière du Haut-Katanga fournit les précisions suivantes sur l'activité industrielle de la plus riche région de toute l'Afrique centrale.

En ce qui concerne le cuivre, exploité depuis 1906 autour d'Elisabethville, Jadotville et Panda Likasi, sa production a continué d'augmenter : 141 000 t en 1949, 176 000 en 1950, 192 000 en 1951 (soit pour ce dernier chiffre 7,4 pour 100 du monde, contre 7 pour 100 en 1950). Le minerai est à haute teneur, jusqu'à 15 pour 100, et les réserves sont considérables. La plus grande partie du cuivre, raffiné sur place, est vendue à la Belgique et à la France (près des 3/4). L'énergie nécessaire au raffinage est produite par les centrales hydroélectriques « Francqui » (puissance installée : 64 000 kVA) et « Bia » (46 800 kVA) ; la centrale « Delcommune » fonctionnera en 1953 (120 000 kVA) ; une quatrième est prévue (300 000 kVA).

L'extraction de la pechblende a fourni 5 700 t de cobalt ; aucun chiffre n'est donné pour l'uranium. Celle du zinc a fourni 80 000 t de métal, celle de l'argent 118 t (or : 14 kg). D'autres sociétés exploitent des gisements d'étain (15 000 t) et d'or (une dizaine de tonnes).

Le tritium ou hydrogène radioactif

L'hydrogène radioactif, ou tritium, est un des isotopes actuellement connus dont l'emploi s'avère le plus fécond. Ses propriétés chimiques sont celles de l'hydrogène et le remplacement, dans certaines molécules, d'atomes d'hydrogène ordinaire par des atomes d'hydrogène radioactif permet l'étude de mécanismes de réactions où intervient l'hydrogène, ouvrant ainsi une nouvelle porte à la chimie théorique.

Les trois hydrogènes. — On sait qu'un atome d'hydrogène est formé d'un proton, particule élémentaire constitutive des noyaux des atomes, chargé positivement, autour duquel « gravite » un électron de charge égale, mais de signe contraire et de masse environ 1 850 fois plus petite. C'est cet électron unique qui donne à l'atome d'hydrogène la grande majorité de ses propriétés chimiques, dont une des principales est sa valence. Le deutérium, lui, est formé d'un noyau comprenant un proton comme l'hydrogène, mais auquel est ajouté un neutron, particule de masse sensiblement égale à celle du proton, mais non chargée; la nature des forces qui lient ces deux particules dans le noyau n'est actuellement pas connue; autour de ce noyau de masse 2 gravite un seul électron comme pour l'hydrogène. Quant au tritium, son noyau s'est adjugé un nouveau neutron; étant donc constitué par un proton et deux neutrons, sa masse totale est 3; un seul électron, également, gravite autour de ce noyau ainsi formé (fig. 1). C'est la présence d'un électron unique autour de ces trois différents noyaux qui leur mérite à tous trois le nom d'hydrogène et leur confère

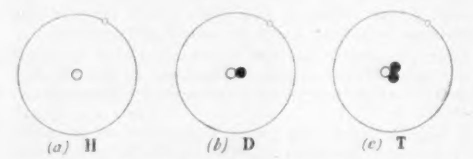


Fig. 1. — *Constitution atomique des trois hydrogènes.*
Dans le noyau : cercles blancs, protons ; cercles noirs, neutrons. Petit cercle blanc, électron périphérique.

des comportements chimiques très voisins. La valence, par exemple, qui ne dépend que du nombre d'électrons « célibataires » d'un atome est donc la même pour les trois corps. Et le tritium, comme le deutérium, donnera les mêmes composés que l'hydrogène ordinaire.

Il y aura cependant des différences de comportement entre les hydrogènes, lorsque l'étude portera non seulement sur les propriétés « électroniques » ou de configuration électronique des atomes, mais aussi sur leur masse : les vitesses de réaction, par exemple, sont différentes, les facteurs de séparation électrolytique sont différents, de même les vitesses de diffusion, etc. Ces différences n'existent pas seulement pour les hydrogènes, mais pour tous les isotopes connus et sont employées pour effectuer certaines séparations; mais c'est pour le tritium et l'hydrogène ordinaire que la différence est la plus grande, l'hydrogène étant le seul corps connu tel que le rapport de la masse de l'isotope lourd à celle de l'isotope léger soit sensiblement égal à trois; plus le numéro atomique est grand, plus ce rapport entre les isotopes tend vers un. L'étude de ces différences de comportement des hydrogènes offre surtout actuellement un intérêt théorique.

Le tritium diffère aussi des deux autres hydrogènes par une propriété nucléaire : la radioactivité. Il se désintègre spontanément, son noyau émettant un électron négatif. Par là, l'un

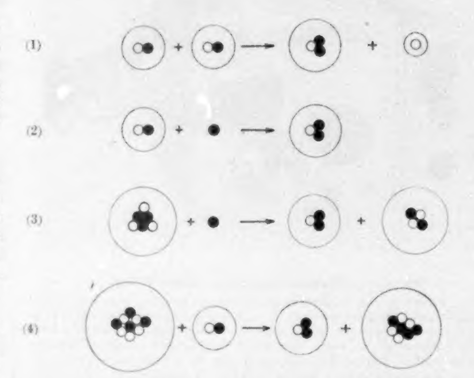


Fig. 2. — *Réactions nucléaires produisant du tritium.*
Cercles blancs, protons ; cercles noirs, neutrons. Les électrons périphériques ne sont pas représentés. Les numéros à gauche sont ceux des réactions dont les symboles sont donnés dans le texte de l'article.

des neutrons se transforme en proton et, la masse étant inchangée, le numéro atomique augmente de 1. Le nouveau noyau est donc un isotope léger, de masse 3, de l'hélium. La période radioactive, c'est-à-dire le temps à la fin duquel l'activité d'un échantillon de tritium est devenue la moitié de l'activité initiale, est de 12,5 ans. Cette période assez longue est un gros avantage pour les mesures d'activité qui peuvent se faire sans correction de décroissance, si elles ne portent pas sur un temps trop long.

Le tritium dans la nature. — Aussitôt après la découverte du deutérium en décembre 1931, la recherche du tritium dans la nature a commencé et cette recherche dure encore actuellement. Le deutérium a été d'abord mis en évidence par la spectroscopie, et ce fait est assez rare dans la découverte de nouveaux isotopes. Urey, Brickwedde et Murphy observèrent deux raies très fines à côté des raies familières du spectre de Balmer de l'hydrogène ordinaire. La théorie quantique alors en développement permettait de prévoir un léger déplacement des raies de l'hydrogène, déplacement dû à une masse deux. Les mêmes calculs permettent de prévoir quel serait le déplacement des raies dû cette fois à un atome de masse trois. Urey, Brickwedde et Murphy essayèrent par la même méthode de mettre en évidence les raies attendues du tritium, mais leur tentative fut sans succès.

C'est alors que commencèrent de longues et patientes recherches pour essayer de détecter la présence du tritium dans l'hydrogène et dans l'eau. On fit appel aux différentes techniques et méthodes en usage, qui s'étaient montrées adéquates dans beaucoup d'autres cas : études au spectroscope, méthode magnéto-optique, spectrométrie de masse, expériences en physique nucléaire. La matière de départ était l'eau lourde à 10 pour 100, 67 pour 100 et même 99,2 pour 100 de deutérium. Des milliers de tonnes d'eau furent électrolysées. C'est ainsi par exemple qu'en partant de 13 000 t environ d'eau ordinaire, on aboutit à 43,4 kg d'eau lourde à 99,2 pour 100 de deutérium; cette eau lourde fut elle-même électrolysée jusqu'à réduction à 11 cm³, et dans cet échantillon, Aston ne put détecter aucune évidence positive de l'ion $(DT)^+$, et conclut qu'il y a moins d'un atome de tritium pour 100 000 atomes de l'échantillon enrichi.

Certains expérimentateurs ont cependant mis parfois en évidence la présence de tritium. Mais leurs résultats furent discutés (certains le sont encore) et on ne put en déduire la concentration du tritium, qui variait selon les chercheurs de 1 atome de tritium pour 10^9 atomes d'hydrogène ordinaire, et selon d'autres était inférieure à $1/10^{12}$.

Quoi qu'il en soit, le tritium existe dans l'eau naturelle, et l'électrolyse de l'eau est un procédé d'obtention du tritium théoriquement possible. Mais, par exemple, pour obtenir 1 kg d'eau tritiée à 100 pour 100, il faudrait électrolyser plus de 10^{17} kg d'eau, c'est-à-dire plus de 100 fois l'eau de tous les océans. Toutefois, l'électrolyse est parfois employée pour enrichir des eaux contenant déjà du tritium.

Le tritium artificiel. — En 1934, Oliphant, Harteck et Rutherford avaient prévu que le bombardement du noyau de deutérium par un autre noyau de deutérium pouvait entraîner deux réactions nucléaires différentes [1] :

(1) $${}^2_1D + {}^2_1D \rightarrow {}^3_1T + {}^1_1H$$
$${}^2_1D + {}^2_1D \rightarrow {}^3_2He + {}^1_0n$$

(Le symbole ${}^2_1D$ équivaut à ${}^2_1H$ et le symbole ${}^3_1T$ à ${}^3_1H$).

La première de ces réactions produit du tritium. L'étude de cette réaction fut reprise en 1939 par Alvarez et Cornog, qui montrèrent que le gaz formé était de l'hydrogène, et que cet hydrogène était radioactif. Le tritium était né pour le physicien.

Actuellement, on prépare le tritium par cette réaction et par trois autres (fig. 2) :

(2) $${}^2_1D + {}^1_0n \rightarrow {}^3_1T \text{ (ou } {}^3_1H)$$
(3) $${}^6_3Li + {}^1_0n \rightarrow {}^3_1T + {}^4_2He$$
(4) $${}^9_4Be + {}^2_1D \rightarrow {}^3_1T + {}^8_4Be.$$

Les deux dernières réactions sont les plus couramment employées. La réaction (3) s'obtient en irradiant une cible de lithium (une solution aqueuse de chlorure de lithium par exemple) par les neutrons formés dans une pile atomique. La dernière réaction (4) résultant du bombardement du béryllium par des noyaux de deutérium est effectuée à l'aide d'un cyclotron. Il existe également d'autres réactions produisant du tritium, en partant d'azote ou de bore, de sels de fluor, d'hélium 3 ou de certains éléments lourds (argent, cuivre) mais les plus connues restent celles qui sont détaillées ci-dessus, à partir desquelles on obtient du tritium en quantités appréciables. Le tritium, tel qu'il est préparé dans les réacteurs atomiques, coûte actuellement à peu près 178 millions de dollars la livre.

Détection du tritium. — On sait qu'en général il suffit d'approcher une source radioactive d'un compteur de Geiger approprié pour que celui-ci, avec l'appareil électronique qui lui est attaché, enregistre le passage des particules émises par le corps radioactif et nous renseigne sur la radioactivité du corps à étudier. Cette méthode ne peut être employée avec un corps contenant du tritium : il ne se passerait rien. En effet, les électrons ou rayons β émis par le tritium ont une énergie très basse. L'énergie maximum est de 17 kilo-électron-volts, et les électrons ayant une énergie de cet ordre de grandeur sont absorbés par les parois du compteur, à l'intérieur duquel ils ne parviennent pas. Même des compteurs à fenêtre d'aluminium très mince se sont montrés inefficaces. Il en résulte qu'il n'est pas nécessaire de prendre des mesures spéciales de protection quand on manipule des composés tritiés, protections qui sont indispensables si on travaille avec des radioéléments émetteurs de rayons gamma pénétrants.

1. Dans un symbole tel que ${}^n_m A$, m représente le numéro atomique (charge positive du noyau = nombre de protons) et n la masse (protons + neutrons).

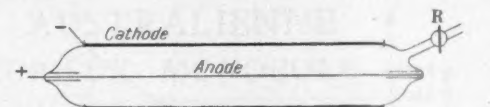


Fig. 3. — ***Schéma d'un compteur de Geiger employé pour les mesures de radioactivité d'échantillons de tritium.***
Le « remplissage » du compteur se fait par le robinet R.

Pour le tritium, il faut donc l'introduire directement dans le compteur, soit sous forme de gaz hydrogène, soit sous forme de composé tritié dont la vapeur soit un bon gaz de comptage. Ce procédé de « comptage interne » a été beaucoup développé ces dernières années et il a conduit à des résultats satisfaisants (fig. 3). C'est par cette méthode qu'Eidinoff, en 1948, a déterminé l'abondance de tritium dans l'eau normale, et trouvé qu'il y a moins d'un atome de tritium pour 10^{17} atomes d'hydrogène ordinaire. Un avantage du « comptage interne » est qu'il est le plus souvent inutile de faire des corrections pour la géométrie de la source, ou l'angle solide sous lequel le compteur est vu de la source. En se plaçant dans des conditions convenables, on peut faire l'hypothèse que tout atome de tritium qui se désintègre à l'intérieur du volume utile du compteur sera enregistré et compté. C'est ainsi, par exemple, que l'auteur de cet article a obtenu les résultats résumés dans les figures 4 et 5. Les mesures ont porté sur la détermination d'activité d'échantillons d'eau tritiée obtenue par irradiation, dans la pile atomique, d'une solution aqueuse saturée de chlorure de lithium.

Le tritium comme « traceur ». — Nous sommes ainsi en possession d'un corps dont les propriétés chimiques peuvent en bien des cas être confondues avec celles de l'hydrogène ordinaire mais qui, en plus, manifeste spontanément sa présence en se désintégrant. Le tritium sera donc d'un emploi très utile comme traceur. Si l'on « marque » une molécule ou une fraction de molécule en lui incorporant un atome de tritium, cette molécule marquée se comportera chimiquement comme une molécule contenant l'hydrogène normal, mais nous pourrons la suivre à travers son « évolution » grâce à la radioactivité du tritium qui en fait partie. Ce principe a conduit déjà à des utilisations assez nombreuses, en chimie physique théorique, en chimie, en biologie et en médecine. Citons-en quelquelques-unes.

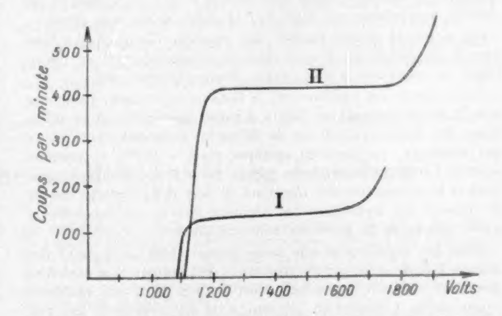


Fig. 4. — ***Exemple de courbe caractéristique obtenue par l'auteur.***
On a porté en abscisses les tensions appliquées au compteur de Geiger et en ordonnées les « coups minute » enregistrés par l'appareil. La couche I correspond au mouvement propre dû à la faible radioactivité ambiante ; la courbe II est obtenue après introduction dans le compteur d'un échantillon mélange d'hydrogène ordinaire et de tritium.

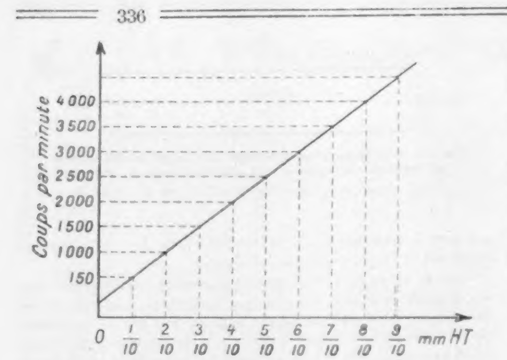


Fig. 5. — *Variation du comptage en fonction de la pression partielle d'hydrogène-tritium introduit dans le compteur.*
La valeur de l'ordonnée à l'origine correspond au mouvement propre du compteur.

En chimie physique théorique par exemple, une des premières études effectuées a été le calcul et la comparaison expérimentale de la constante d'équilibre du système eau-hydrogène tritiés, selon la formule :

$$HT + H_2O \rightarrow HTO + H_2.$$

Black et Taylor étudiaient cet équilibre en faisant passer un mélange d'eau radioactive et d'hydrogène sur un catalyseur.

L'étude des réactions d'échange a un champ déjà très vaste; chaque fois que l'on veut étudier une réaction d'échange entre atomes ou ions hydrogène, le tritium est l'instrument de travail le plus indiqué. C'est ainsi que Stewart et Ruben ont étudié l'échange d'ions hydrogène qui a lieu pendant une alcoylation, catalysée par l'acide sulfurique. En employant comme catalyseur de l'acide sulfurique tritié de formule SO_4T_2 les auteurs étudient l'alcoylation de l'isobutane par le 2-butène et trouvent une distribution unique de tous les atomes d'hydrogène et de tritium dans le 2-butène et le catalyseur, antérieurement à l'alcoylation.

Powell et Reid, étudiant l'isomérisation du butane, en se servant d'acide chlorhydrique tritié et d'$AlCl_3$ comme catalyseur, sont à même de déduire un mécanisme possible de l'isomérisation, pendant lequel une liaison C — C se rompt et se rétablit, mécanisme qui était mal expliqué avant leur étude.

On a pu de même étudier des réactions de photosynthèse avec la chlorophylle, la réduction alcoolique de sels de diazonium, la substitution aromatique électrophylique, etc.

Au cours de ces expériences, le tritium se déplace, s'échange avec d'autres hydrogènes fixés à d'autres molécules, et en effectuant des mesures d'activité de différents échantillons au cours des réactions, on peut en quelque sorte « suivre » certains atomes d'hydrogène en leurs places successives. On peut ainsi étudier le mécanisme des réactions, et voir dans certains cas où se trouvait un hydrogène initialement fixé à une molécule et quelle partie de la molécule reste inchangée.

Dans les expériences que nous avons citées on a suivi des atomes d'hydrogène (ou de tritium) « individuels », c'est-à-dire que l'on a décelé le passage d'un hydrogène d'une molécule à une autre. L'emploi du tritium n'est naturellement pas restreint à cette étude, et il peut également « marquer » un groupement, ion moléculaire, molécule, partie de molécule. Si on sait par exemple, à l'aide d'une étude préliminaire, qu'au cours d'une réaction, un atome d'hydrogène est assez fortement lié à un tel groupement pour qu'il y ait peu de chances ou de possibilité d'échange avec d'autres atomes d'hydrogène, il est possible de marquer ce groupement en remplaçant un atome d'hydrogène ordinaire par un atome de tritium. Ce groupement va se déplacer au cours de la réaction sans que nous le perdions de vue grâce au tritium qui lui est lié. Cela a été fait pour une étude de synthèse et d'oxydation de l'acide fumarique, d'où on a déduit que le groupe CH reste intact pendant l'oxydation.

Il existe d'autres exemples d'emploi du tritium, où ce corps sert à marquer des molécules dont on étudie la répartition ou la distribution, sans atteinte à l'intégrité de la molécule. Deux séries d'expériences très intéressantes ont ainsi été réalisées avec l'eau. Dans la première, le tritium a été utilisé sous forme d'eau tritiée pour déterminer la solubilité de l'eau dans les solvants, benzène, hydrocarbures, etc. La méthode employée par Black et Taylor présente l'avantage que, contrairement aux méthodes précédemment employées, elle ne nécessite pas de grandes quantités d'hydrocarbures pour être précise. La saturation de l'échantillon d'hydrocarbure par l'eau radioactive était obtenue à la température désirée par circulation d'air saturé de vapeur d'eau radioactive, à travers l'échantillon; il reste à prendre une portion aliquote de la solution saturée, à mesurer la radioactivité de cette partie aliquote, et à la comparer à l'activité initiale de l'eau. Cette méthode est généralement adaptable à une grande quantité de solvants, mais est évidemment limitée à ceux dans lesquels n'ont pas lieu d'échanges entre les atomes d'hydrogène du solvant et de l'eau, dans les conditions de saturation et d'analyse.

Donnons encore un exemple où l'individualité de la molécule d'eau est censée ne pas être atteinte, ce qui n'est d'ailleurs ici que grossièrement exact. Pace et ses collaborateurs ont employé le tritium pour mesurer la quantité totale d'eau présente dans le corps humain et les organismes vivants. Après avoir naturellement mesuré l'activité de l'eau tritiée employée, on injecte à un lapin une petite quantité de cette eau; la mesure, à différents intervalles, de la radioactivité du sang prélevé, permet de déduire la proportion d'eau dans le poids total. Les résultats concordent bien avec la quantité déterminée par dessiccation de lapins sacrifiés. L'expérience a alors été étendue à l'homme : on fait une injection intraveineuse d'eau tritiée, dont on étudie par prélèvements de sang la répartition dans le corps. On en a déduit que l'eau du corps humain représente 64,7 pour 100 du poids total du corps. D'autre part, il fallait moins de 30 mn pour parvenir à une complète distribution de l'eau tritiée dans l'eau du corps des lapins; le fait que pour l'homme il fallait une heure indique, comme l'avaient souligné d'autres chercheurs employant l'eau deutériée, une relation entre les dimensions du corps et la vitesse d'établissement de l'équilibre.

On voit donc par ces exemples que pendant ces dix dernières années, le tritium a déjà permis d'obtenir des renseignements importants sur des sujets s'étendant de la chimie physique théorique à la médecine, et on est en droit de penser que le tritium sera bientôt un des instruments journaliers de recherche dans bien des laboratoires.

Michel Grenon.

Limes flexibles

Une société américaine fabrique des limes dont les faces mordantes ont la dureté habituelle, mais dont l'âme est « molle »; de telles limes flexibles peuvent ainsi épouser une courbure quelconque et permettent de travailler des surfaces convexes ou concaves normalement difficiles à atteindre.

UNE CYCADACÉE AUSTRALIENNE
EST L'OBJET D'UN CURIEUX MONOPOLE

Les plantes de l'orure des Cycadales, contenant une seule famille, les Cycadacées, sont connues avec certitude depuis la période triasique et ont peut-être existé au Permien (fin de l'Ère primaire). Elles ont connu leur apogée au Jurassique et ont duré, en se raréfiant, jusqu'à nos jours.

Considérées comme directement issues d'un groupe primitif des Ptéridospermées ou Fougères à graines, aujourd'hui entièrement éteintes, les Cycadacées sont déjà des Phanérogames Gymnospermes indiscutables, et ont pu donner naissance à une partie des Angiospermes. Mais elles présentent dans leur structure de nombreux traits archaïques. Les feuilles sont formées d'un rachis avec deux rangées de folioles latérales (feuille pennée) sans foliole terminale. Les fructifications, ayant tendance à se grouper en cônes, sont formées de feuilles simplifiées dont les folioles inférieures ont été transformées en carpelles. Organes mâles et femelles naissent sur des plantes séparées (plantes dioïques). Les graines sont capables de germer immédiatement et il y a là, selon L. Emberger, « comme un souvenir de l'origine préphanérogame de ces plantes dont les ovules, après la fécondation, ne connaissent sans doute pas de période de repos » (*Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants*, Masson, 1944).

Les Cycadacées ne sont plus représentées aujourd'hui que par une centaine d'espèces à peine, réparties en neuf genres, propres aux climats tropicaux et subtropicaux de l'ancien et du nouveau monde.

En Australie, elles sont principalement représentées par le genre *Bowenia* (dédié à Sir George Bowen, le premier gouverneur du Queensland) avec deux espèces, *Bowenia spectabilis* et *Bowenia serrulata*. *B. spectabilis* est assez courante sur tout le territoire australien et a pu être acclimatée en Angleterre.

B. serrulata, au contraire, beaucoup plus élégante que l'espèce précédente, ne croît que sur un territoire extrêmement restreint, de quelques kilomètres carrés de superficie, dans la région dite Crown Land, sur la côte orientale de l'île, près de Rockhampton. Cette plante, qu'on baptise familièrement du nom de *Byefield fern* (fougère de Byefield, Byefield étant le seul bourg important du territoire de Crown Land), a la propriété de rester toujours verte, comme notre houx européen. Elle est utilisée, en grande quantité, pour la décoration des maisons de thé, des milk-bars et des cafés australiens, dont les tenanciers l'accrochent en bouquets aux murs ou bien la laissent pendant plusieurs mois dans des vases sans eau. Les feuilles, d'un vert soutenu, semblent avoir une surface laquée qui est du plus bel effet, sans doute un peu sévère mais très décoratif.



Fig. 1. — *Une touffe de Bowenia serrulata.*
(Photo Ambassade d'Australie).

Un seul homme possède le monopole de l'exploitation de *Bowenia serrulata*. Chaque semaine, il en expédie d'immenses ballots vers les principales villes du Queensland et des Nouvelles Galles du Sud, notamment Rockhampton, Brisbane et Sidney. La demande est, paraît-il, très importante et une simple petite branche de *Bowenia* se vend environ quinze francs.

Des essais d'acclimatation de cette Cycadacée ont été poursuivis aux jardins botaniques de Londres et de Washington, mais jusqu'ici sans résultat satisfaisant.

Essais de gazéification souterraine en Belgique et aux Etats-Unis

Les *Annales des Mines de Belgique* de novembre 1951 ont publié les résultats des deux essais qui ont eu lieu en février-mars 1948 et en novembre 1949 aux charbonnages de Bois-la-Darne.

Ils ont été réalisés dans la couche Wérissau qui a 90 cm de puissance et un pendage de 87°. On y avait pratiqué deux galeries horizontales distantes de 60 m reliées par une cheminée inclinée à 37°. Le feu a été mis dans cette dernière et alimenté par un courant d'air envoyé de la surface par des ventilateurs. Il entrait par la galerie supérieure et revenait par la galerie inférieure. Le charbon à carboniser était isolé du reste de la mine par des murs étanches. Les gaz de carbonisation étaient extraits par un ventilateur aspirant d'un débit de 20 000 m^3/h.

La quantité de charbon gazéifié du 5 février au 12 mars 1948 a été de l'ordre de 400 t. Le pouvoir calorifique des gaz a été variable, depuis 400 kcal au mètre cube jusqu'à 800 et 1 000 kcal, pendant quelques minutes à chaque cycle de soufflage discontinu. Ces essais sont encore difficiles à apprécier. La valeur calorifique des gaz obtenus représente environ 40 pour 100 de celle qu'aurait fournie tout charbon brûlé.

D'autre part, on sait que des essais de carbonisation souterraine ont été poursuivis à Gorgas, aux États-Unis, dans l'État d'Alabama, à faible distance de la surface du sol. On envisage de nouveaux essais en veine profonde. Les communications souterraines entre des trous verticaux seraient réalisées par des procédés hydrauliques ou électriques étudiés par la Missouri School of Mines. On espère obtenir un gaz à 800 kcal environ.

Les " gyro-véhicules "

Un nouvel engin automoteur, fonctionnant par accumulation d'énergie *cinétique*, vient d'être mis au point en Suisse. Il s'agit de l'*électro-gyro*, formé de l'accouplement d'un lourd volant en acier (fig. 1) et d'un moteur d'induction qui peut fonctionner alternativement comme moteur pour le lancement du volant —, et comme génératrice asynchrone pour alimenter le moteur de traction du véhicule [1].

Un premier emploi du volant-accumulateur fut réalisé en 1883 par l'amiral anglais Howell, qui construisait une torpille, avec laquelle il entreprit une série d'essais. Une machine à vapeur portait le volant à une vitesse de 12 000 tours par minute, puis le volant était utilisé pour l'entraînement de l'hélice, permettant des parcours de l'ordre du kilomètre.

Dans l'industrie, l'un des cas les plus « volumineux » d'accumulation cinétique est fourni par les *groupes Ilgner*, alimentant les moteurs des laminoirs réversibles et les treuils d'ascenseurs de puits de mines. Les Chemins de fer britanniques ont équipé de volants les groupes convertisseurs de leurs récentes locomotives électriques, pour assurer le passage sur les sections mortes. On connaît l'emploi, à bord des automobiles, du « démarreur à inertie », comportant un volant qu'on lance à la main, au moyen d'engrenages à manivelle, pour l'embrayer brusquement avec l'arbre du moteur.

L'utilisation d'un volant-accumulateur d'énergie à bord des véhicules urbains, tels que les autobus, présente un intérêt certain; l'exploitation des autobus à moteur thermique est onéreuse et l'installation d'une double ligne de contact, pour trolleybus, peut être parfois impossible pour des raisons esthétiques ou financières. Les tracteurs d'usines et les locotracteurs de mines et d'embranchements, les automotrices de lignes secondaires de chemin de fer, les petits bateaux côtiers, sont également justiciables de cette technique.

L'étude de ce nouveau type de véhicule fut entreprise en 1945 par les ateliers Oerlikon. Elle a conduit à la formule suivante : le volant et le moteur-alternateur, calés sur le même arbre vertical, sont montés dans un même carter étanche rempli d'hydrogène ou d'hélium à la pression de 0,1 atmosphère, afin de réduire les pertes par frottement, l'ensemble étant désigné sous le terme d'électro-gyro (fig. 2).

Cette disposition a l'avantage d'éviter les presse-étoupes et autres protections qui seraient nécessaires si l'arbre du volant devait être accessible à l'extérieur. La diminution des pertes par frottement sur les surfaces du volant est remarquable. Lancé à 3 000 tours par minute, le volant s'arrête après quatres heures dans l'air et douze heures dans l'hydrogène à 0,1 atmosphère. Malgré cette pression relativement faible, le refroidissement est satisfaisant, ce qui s'explique par la bonne conductibilité naturelle de l'hydrogène.

Les volants, actuellement normalisés, ont un poids de 1 000 à 1 500 kg et peuvent accumuler, suivant leur rayon, une énergie de 2 à 3 millions de kgm. Ils sont pris dans la masse, forgés en acier traité au chrome-nickel-molybdène, et utilisés au maximum à 30 pour 100 de la charge de rupture, ce qui offre toutes garanties de sécurité.

Le moteur-alternateur est une machine à deux pôles à rotor en court-circuit, alimentée sous une tension triphasée de charge qui peut être choisie entre 200 et 500 V, à la fréquence de 50 Hz. Lorsque le volant a atteint sa vitesse de régime, l'alimentation est coupée et la machine, excitée par des condensateurs, fonctionne en *alternateur asynchrone*, fournissant l'énergie, sous forme de courant triphasé, au moteur de traction du véhicule.

La construction du moteur-alternateur est classique; toutefois, les barres sont creuses, permettant une intense circulation à grande vitesse du gaz remplissant le carter, réalisant ainsi un excellent refroidissement. Le moteur de traction est un simple moteur asynchrone à rotor en court-circuit, avec changement du nombre de pôles pour réglage de la vitesse du véhicule. La figure 3 montre le châssis d'un « gyrobus; on voit d'avant en arrière : poste de conduite et combinateur (à droite); batteries d'accumulateurs; carter de l'électro-gyro avec son combinateur (à droite), différentiel, arbre de transmission, moteur asynchrone de traction encadré par les batteries de conden-

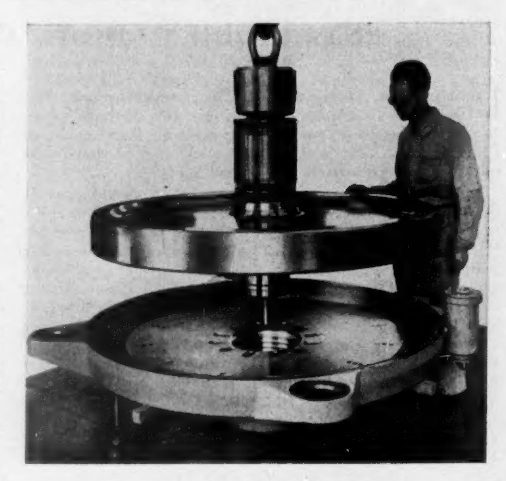


Fig. 1. — *Volant accumulateur d'énergie.*
En haut, le rotor du moteur-alternateur asynchrone, dont on remarquera les faibles dimensions ; en bas, demi-carter démonté.

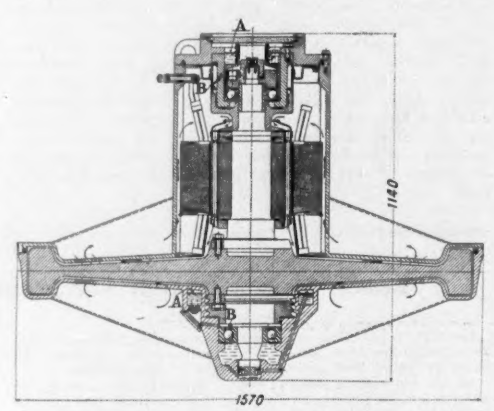


Fig. 2. — *Coupe verticale de l'électro-gyro.*
De haut en bas : chapeau, roulements, rotor en court-circuit, entouré par le stator dont les « sections de conducteurs » émergent de part et d'autre, volant dans un carter laissant un « entrefer » minime, roulements, réservoir d'huile. — A : niveau d'huile en marche ; B : niveau à l'arrêt.
(Le Génie civil).

1. Voir notamment une étude de M. Carrard, ingénieur à la Société Oerlikon, dans *Le Génie civil* du 1er janvier 1952.

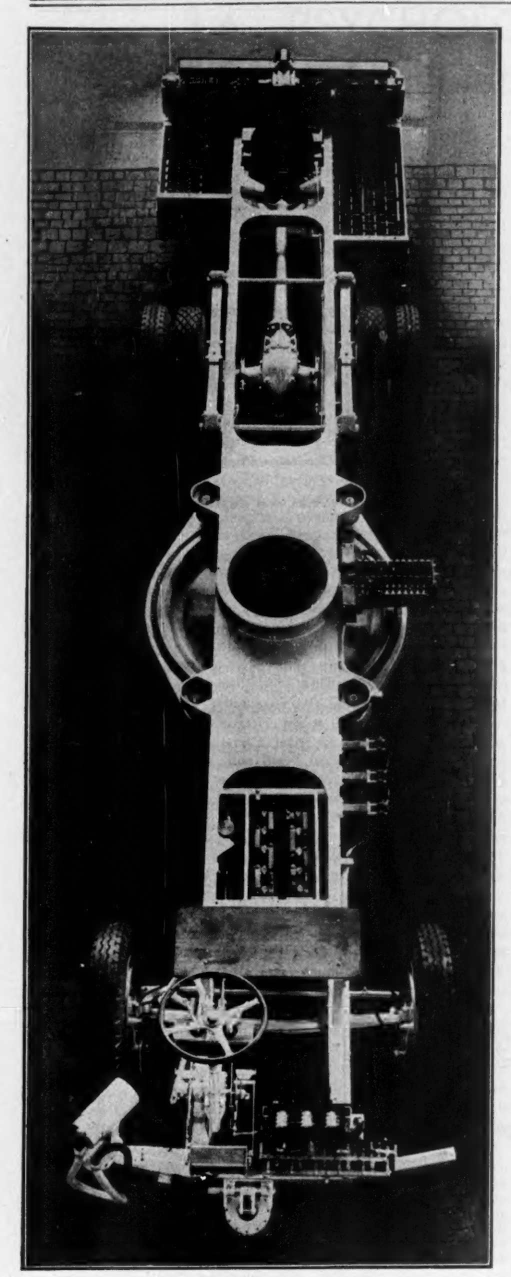


Fig. 3. — *Châssis d'un « gyrobus » à volant cinétique.*
Explications dans le texte.
(*Le Génie civil, photo* OERLIKON).

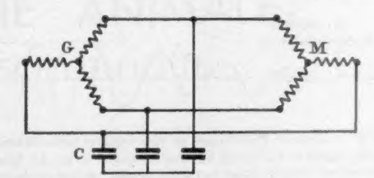


Fig. 4. — *Montage des condensateurs d'excitation du moteur alternateur.*
(*Le Génie civil*).

sateurs d'excitation, combinateur de changement de pôles du moteur.

L'emploi de rotors en court-circuit simplifie beaucoup la construction et l'entretien, en éliminant complètement les collecteurs et les bagues; l'entretien se réduit à celui des organes mécaniques. L'ensemble permet la récupération de l'énergie de freinage dans les descentes.

Excitation par condensateurs

L'excitation de l'alternateur, lors de la circulation sur route, est assurée de façon curieuse, par une batterie de trois condensateurs en étoile montée en dérivation sur le circuit statorique (fig. 4).

Un fait connu en électrotechnique est le renforcement de la réaction du stator (induit) sur le champ du rotor (inducteur) dans un alternateur synchrone débitant sur un circuit capacitif. La figure 5 permet de se rendre compte de ce phénomène en figurant le rotor par un simple aimant tournant. Si l'alternateur débite, par ses enroulements statoriques A A′, sur un circuit uniquement résistant, le courant est nul (point P de la sinusoïde) au moment où l'aimant passe dans la position N′S′. Si le circuit, au contraire, est uniquement capacitif, le courant, en avance d'un quart de période, se trouve au maximum négatif (point Q de la sinusoïde); il donne donc naissance, en A, à un pôle sud et en A′ à un pôle nord, c'est-à-dire qu'il produit un flux magnétique qui *renforce* celui du rotor, comme nous l'avions annoncé.

Un tel système d'auto-excitation serait « inamorçable » dans une machine sans fer. Il s'amorce au contraire parfaitement, dans la pratique, grâce à la *rémanence* hystérétique des tôles du rotor. La courbe de la figure 6 montre, d'après les indications d'un oscillographe cathodique, comment le courant alternatif très faible, fourni initialement par la rémanence, arrive à s'amplifier et à se stabiliser grâce à l'effet d'auto-excitation expliqué ci-dessus. Le phénomène est à peu près identique à l'excitation d'une dynamo excitée en dérivation.

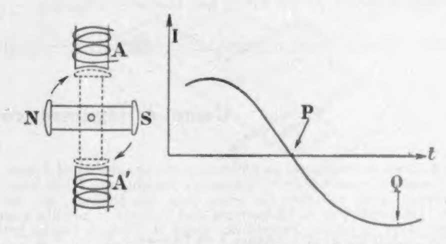


Fig. 5. — *Auto-excitation d'un alternateur à l'aide de condensateurs.*
Le rotor inducteur synchrone est représenté par l'aimant tournant NS; AA′ représentent les enroulements statoriques. Explication dans le texte; elle s'applique aux alternateurs asynchrones, tel que celui de l'électro-gyro, compte tenu du magnétisme rémanent des tôles du rotor.

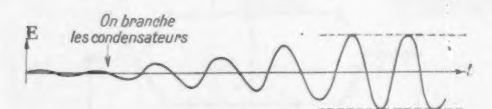


Fig. 6. — *Courbe d'amorçage de l'alternateur asynchrone.*
La courbe représente la tension en fonction du temps. A gauche, le magnétisme rémanent est seul en cause, la tension fournie est très faible, mais sa fréquence est bien définie ; à droite, les condensateurs sont branchés, la tension s'accroît et se stabilise en conservant la fréquence imposée par le magnétisme du rotor.

Effets gyroscopiques

L'adaptation de l'électro-gyro sur les véhicules ferroviaires, et surtout routiers, a posé la question de l'influence du mouvement gyroscopique du volant sur le comportement du véhicule. On ne manqua pas de prédire de sérieuses difficultés qui, fort heureusement, ne se réalisèrent pas.

Un volant de moment d'inertie K, tournant à une vitesse angulaire ω, produit un *couple de renversement* M, en travers du plan de mouvement, sitôt que l'axe du volant tourne avec une vitesse angulaire ω'. Ce couple de renversement est déterminé par l'expression simple : $M = K\omega\omega'$. Dans les cas les plus défavorables, par exemple lorsque le véhicule démarre rapidement dans une route qui commence à monter en forte rampe, la vitesse angulaire de renversement n'atteint même pas 6° par seconde et la réaction transversale du volant gyroscopique n'a aucune influence sensible sur le comportement du véhicule.

Inversement, les constructeurs furent agréablement surpris de la très bonne tenue du véhicule dans les courbes de faible rayon, ainsi que sur la neige et la glace, où une influence stabilisatrice a pu être nettement observée.

Au point de vue de l'exploitation, en admettant que le poids du volant représente 10 pour 100 du poids du véhicule et qu'on utilise 75 pour 100 de l'énergie fournie (cela correspond à une chute de vitesse du volant de 3 000 à 1 500 tours par minute), on a établi qu'il était possible d'accumuler l'énergie nécessaire à un trajet de 15 à 20 km sur rails, et de 6 à 8 km pour un véhicule sur route, à la vitesse de 45 km à l'heure. Pour un bateau de 60 t, le « libre parcours » serait également de 6 à 8 km, à la vitesse de 20 km à l'heure.

Les deux prototypes actuellement construits ont permis de vérifier ces calculs et ont prouvé la grande souplesse de marche et de conduite. La simplicité et la robustesse de l'équipement réduisent pratiquement l'entretien à celui des organes mécaniques, avec une durée d'immobilisation ne dépassant pas deux à trois jours par an.

Les essais permettent de compter sur une consommation d'énergie moyenne de 1,5 kW/h par kilomètre d'énergie.

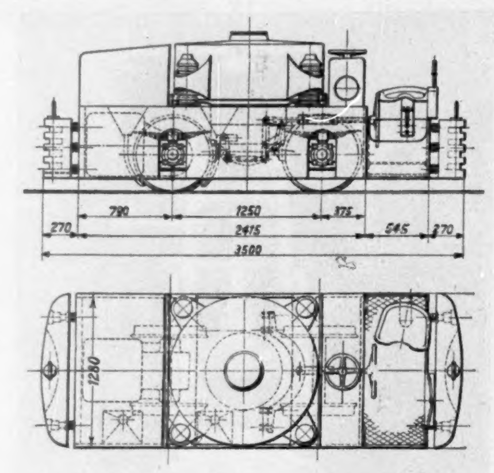


Fig. 7. — *Élévation et plan d'un « gyro-tracteur » de mines.*
(*Le Génie civil*).

Pour la charge, trois frotteurs, installés sur le toit du véhicule, sont dressés par une commande pneumatique pour venir au contact de trois prises fixes, reliées au réseau de distribution industriel par l'intermédiaire d'un contacteur-disjoncteur installé à la base du poteau. Sur une ligne urbaine, de telles prises peuvent être placées tous les 2 ou 3 km aux arrêts importants, l'énergie se trouvant accumulée dans le volant pendant la descente et la montée des voyageurs.

Une seconde série d'essais, effectués avec un tracteur sur rails, a permis la mise au point d'une série normalisée de gyro-tracteurs, comportant deux types pour voie normale et un type de mines (fig. 7). Un des types pour voie normale pèse 12 t et sa capacité de marche est de 330 t/km ; l'autre possède deux électro-gyros, pèse 17 t et offre une capacité de marche de 600 t/km pour des vitesses de 8 à 24 km/h. Le type de mines, dont une série est actuellement en cours de fabrication, possède une capacité de marche de 100 t/km.

Ces locomotives de mines à accumulation cinétique présentent un grand intérêt pour l'exploitation, en permettant de supprimer les dérouleuses et les batteries d'accumulateurs. Un prototype de cette série doit être mis en service en France dans un proche avenir ; d'autres vont l'être dans différents pays, notamment dans les mines de l'Afrique du Sud.

Pierre Devaux.

Usine à légumes congelés en Pennsylvanie

Le *Bulletin international du froid* rapporte, d'après *Food Packer*, que l'usine de conserves de la Consumers' Packing C°, à Lancaster, en Pennsylvanie, réfrigère des petits pois, des haricots, des épinards. Les petits pois et les haricots sont cultivés et récoltés sous contrat dans la région, écossés sur place et livrés à l'usine très peu de temps après la cueillette.

Deux chaînes différentes de fabrications permettent de frigorifier deux produits en même temps tandis qu'une troisième chaîne reste disponible pour les mises en boîtes des conserves. Les légumes sont nettoyés, blanchis et triés dans l'eau salée d'une façon complètement mécanique ; ils sont ensuite congelés en vrac en 14 à 25 mn, dans un tunnel de 18,30 m de long. Un remplisseur automatique permet de préparer par heure 6 000 boîtes de dimensions convenant à la vente au détail. Une autre chaîne, comprenant une machine à faire les boîtes, une machine à remplir et une machine à emballer, prépare en 8 h 25 à 30 000 livres (11 300 à 16 600 kg) de boîtes de grands formats pour collectivités.

L'usine fonctionne sans arrêt du début d'avril jusque vers la fin de novembre et ses activités peuvent être prolongées par la congélation de carottes en cubes et de frites. Les produits sont empaquetés et vendus sous la marque de l'acheteur, la Consumers' Packing C° ne s'occupant que de la préparation.

LA PSYCHOLOGIE ANIMALE

ET LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

Dès le début du XIXe siècle, il devint clair qu'il était impossible d'élucider le mystère de la vie animale sans recourir aux procédés et à l'état d'esprit propres aux sciences de la nature [1]. L'observation, au lieu de se borner à donner occasion de développements impressionnistes ou poétiques, s'intégrera dans un protocole d'expérimentation et de contrôle; de plus, on reléguera la méthode analogique, futile et sans avenir, au profit du strict esprit d'objectivité. L'essentiel sera, quitte à savoir résister à l'émotion que procurent parfois certains spectacles, de rester obstinément dans le domaine des faits objectifs, contrôlables, et de n'en chercher aucune explication qui, en quelque sorte, n'y réside. Thorndike, Watson aux États-Unis, Betcherev et Pavlov en Russie, von Uexkull, Loeb, Bohn en Allemagne, Piéron en France, pour n'en citer que quelques-uns, collaborent tous, à leur manière, à l'édification d'une véritable science de l'activité animale. On l'appelle déjà « psychologie animale », mais on n'entend point par là préjuger de l'existence, chez l'animal, d'un « psychisme » analogue aux états de conscience humains; au contraire, on considère le psychisme comme un problème à résoudre chez l'homme lui-même, si bien que l'observation nécessairement *extérieure* des conduites animales doit plutôt éclairer la psychologie humaine en lui proposant des schémas nouveaux d'investigation, loin d'en dépendre à titre de méthode annexe. De fait, le succès actuel des psychologies objectives est directement lié aux progrès de la psychologie animale moderne, dans la mesure même où c'est le souci d'observer objectivement les gestes des animaux qui a donné naissance à la notion si fertile de *comportement*, ou de *conduite*.

En effet, que connaissons-nous vraiment de l'animal, et en toute certitude : des actes, des attitudes, des faits de comportement. Mais prenons garde : ces faits sont liés à d'autres faits, également objectivement définissables, tels que les circonstances extérieures auxquelles l'animal *répond*, sa structure anatomique et physiologique à un moment précis, etc. Toutes ces données doivent être intégrées dans un concept compréhensif si l'on veut qu'il soit parfaitement objectif, et c'est pourquoi la notion de conduite, qui seule en psychologie animale peut mener à définir le psychisme, les contient à la fois. Voici un animal à jeun qui rencontre de la nourriture et qui s'en empare : on appellera comportement, ou conduite, la totalité des actions effectuées dans l'ensemble des circonstances précises observées (présence de nourriture, état physiologique de l'animal). L'objet de la psychologie animale apparaît donc avec une grande clarté pour un esprit scientifique : c'est l'étude positive des relations de comportement.

Toutefois, cette définition appelle quelques commentaires. Il serait en effet à craindre que l'on confonde la zoopsychologie scientifique avec la physiologie et la biologie, si l'on n'ajoutait deux précisions. En premier lieu, comme l'a montré Guillaume (*La Psychologie animale*, 1940), comportement signifie réaction *globale* d'un organisme *pris comme un tout*, en fonction d'une situation complexe, et non pas un phénomène parcellaire, effectué dans un organe isolé. Savoir comment la bouche se comporte sous la stimulation d'un aliment et l'œsophage au contact du bol alimentaire est une chose; observer comment l'organisme réagit à la faim, se saisit des aliments que les circonstances lui présentent, en est une autre : la quête alimentaire est, précisément, une « conduite ». Ensuite, tout comportement se présente en fait comme une fonction d'*ajustement* en présence de conditions internes et externes. Il est donc nécessaire d'utiliser la notion d'adaptation. Mais il ne s'agit pas ici des adaptations morphologiques, communes à tous les individus de la même espèce, qui sont l'objet de la biologie, il s'agit plus exactement des ajustements, ou des tentatives d'ajustement, de l'organisme « en situation », durant sa vie personnelle : on décrira la construction d'un nid, le parcours d'un labyrinthe, la solution d'une boîte-problème, etc., comme autant de façons, pour un organisme, d'intégrer, par un ensemble d'opérations matérielles et se succédant dans le temps, les exigences du milieu et les besoins d'origine interne.

L'analyse de la « conduite » (ou analyse « psychologique ») diffère donc de l'analyse poursuivie par le physiologiste ou le biologiste en tant que tels. Watson, le fondateur de la psychologie de comportement ou behaviorisme, disait qu'il était possible de décrire le comportement animal sans aucune connaissance technique de biologie ou de physiologie : ce n'est, bien sûr, qu'une boutade, car la connaissance des processus vitaux apporte une aide considérable au zoopsychologue, de même aussi que la connaissance des structures anatomiques. Si la lapine gravide s'arrache les poils et construit un nid destiné à abriter ses petits, il faut bien rapporter ces gestes à des modifications endocriniennes; la présence de mains permet aux singes de résoudre des dispositifs d'ouverture de cage mieux que ne le font des chats. Mais la boutade de Watson montre bien que les données anatomiques, biologiques et physiologiques doivent être intégrées dans une discipline plus vaste, qui envisage les activités animales comme des touts complexes, d'un point de vue, non point « moléculaire », mais « molaire ».

En définitive, on caractériserait assez bien le mode d'approche moderne de la vie animale en définissant les relations de comportement comme des opérations qui ajustent l'organisme animal aux conditions permanentes ou changeantes du milieu physique, social et organique. Ce qui ne préjuge, ni de la multiplicité des techniques méthodologiques, ni de la diversité des interprétations théoriques, dont nous sommes ainsi amenés à dire quelques mots.

Observation et expérience. — Déterminer des faits et des relations essentielles entre des faits, chercher des lois qui expliquent l'existence et la succession de ces faits, tel est le double dessein de l'investigation scientifique. Le naturaliste

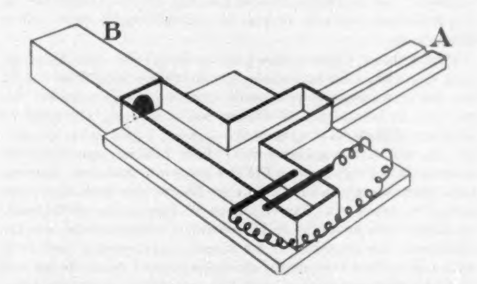


Fig. 1. — *Un « appareil en T » conçu par Yerkes pour l'étude de la formation des habitudes (learning) chez les vers de terre.*
L'animal, qui recherche l'obscurité, est placé en A ; il se trouve bientôt en présence d'une jonction : s'il tourne à gauche, il reçoit un choc électrique ; s'il tourne à droite, il pénètre dans un refuge sombre B. Au bout de 150 essais, l'animal a en général « appris » à tourner à droite.

1. Voir *La Psychologie animale, quelques points d'histoire*, dans *La Nature*, n° 3210, octobre 1952, p. 309.

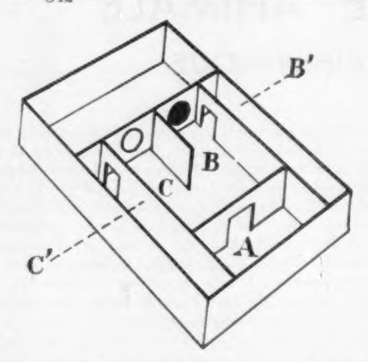


Fig. 2. — Une « boite de discrimination », destinée à étudier à la fois le learning et les différenciations visuelles chez divers animaux.
Placé en A, le sujet affamé se trouve bientôt en présence de deux compartiments B et C. Au fond de l'un, se trouvent un panneau et une porte ouverte donnant sur un compartiment où se trouve la nourriture (B') ; au fond de l'autre, un panneau différant du premier par la luminosité, ou par la couleur, ou par la forme, etc., et une porte fermée. On varie la position des panneaux, mais en faisant en sorte que ce soit toujours le même qui « signale » la porte ouverte. Si l'animal parvient à n'effectuer que de bonnes réponses, c'est qu'il différencie perceptivement les panneaux.

soucieux d'obtenir des certitudes doit faire sien ce double dessein. Or il n'est facile, ni de bien observer, ni de mettre sur pied un appareil critique suffisant pour affirmer une loi.

Mêler en bloc, comme le fait J. H. Fabre, observations concrètes, croyances et passions, tout au long de ses *Souvenirs entomologiques* n'est pas du tout atteindre des faits. E. Rabaud (*L'instinct et le comportement animal*, 1949) a montré combien, en particulier, la fameuse description de la manœuvre des Hyménoptères prédateurs, qui a inspiré à Bergson sa théorie de l'instinct, n'était rien de plus qu'un « ingénieux roman ». Un fait, pour être établi, doit être décanté, et pour cela répété dans diverses circonstances, simplifié, épuré. Combien d'heures et d'heures de recherches, d'épreuves et de contre-épreuves ont été nécessaires à von Frisch pour mettre au clair ce donné : la danse de l'abeille qui est de retour au nid après avoir découvert de la nourriture ! L'observation semble donc être nécessairement une expérimentation, puisque expérimenter, c'est très exactement faire varier les conditions de l'expérience pour isoler les faits et leurs liaisons. Et que devient, alors, l'observation *naturelle?* Le problème ne doit pas être éludé. L'évolution de la psychologie animale va vers la conciliation de deux ordres d'exigences.

Tout d'abord, l'observation pure et simple des actes animaux dans la nature avait suffisamment montré son insuffisance pour que les premiers zoopsychologues insistent sur la nécessité des procédés de laboratoire. D'ailleurs, même sérieuse, elle resterait toujours difficile et fragmentaire : il est à peu près impossible de suivre les poissons dans leur habitat aquatique, les oiseaux dans l'air; la mobilité des animaux rend leur observation discontinue; enfin, ils ont en liberté une méfiance naturelle. Un Américain, Nyssen, esaya d'observer des chimpanzés en liberté dans les forêts de la Guinée : « L'observateur, raconte Guillaume (*La psychologie des singes*, 1941) passait parfois la nuit auprès d'un campement de singes, dans l'espoir de les voir et de les photographier, d'assez loin encore, au début du jour; en dépit de toutes les précautions prises, les résultats de son enquête furent maigres : il n'a pas pu trancher définitivement la question de savoir si les groupes sont des familles ou des agglomérations d'individus sans parenté ». Il est indubitable que la majeure partie de ce que l'on sait des singes provient des expérimentations inaugurées à Ténériffe par Koelher. Placer un animal dans une situation précise, bien connue, déterminer exactement les « stimuli » qui provoquent les « réponses », mesurer l'intensité des excitations et des réactions ; voilà la manière la plus apte à expliquer et à comprendre des conduites dont on pourrait être cent fois témoin sans rien apprendre de leur déterminisme.

L'objection suivante n'a pourtant pas tardé à être faite : les faits ainsi atteints ne sont-ils pas artificiels, des « artefacts » ? En effet, l'animal, se trouvant placé dans un nouveau milieu, est dépaysé et ne donne pas toujours toute sa mesure : tel animal sauvage se révèle peu « intelligent » à l'expérimentation alors que dans la jungle il est capable d'inventer de longs et habiles détours pour déjouer l'ennemi; il ne forme plus, avec le nouveau milieu, l'espèce d'unité qu'il formait avec l'ancien. D'autre part, les objets devant lesquels il se trouve n'ont pas pour lui la signification qu'ils ont pour nous : ainsi une échelle, un marteau, pour un singe dont on veut mesurer la puissance d'adaptation. Certains faits n'existeront à l'état pur qu'au laboratoire (tels les fameux « tropismes »); d'autres, plus significatifs, ne pourront jamais être mis en évidence hors du milieu naturel : un organisme ne peut montrer sa plasticité et sa complexité quand on l'a mis dès l'abord dans l'incapacité de le faire. C'est pourquoi on tend à compléter l'étude expérimentale par l'analyse des « field conditions », de l'environnement naturel et typique de l'animal. Elle se présente comme un guide pour de meilleures investigations expérimentales, et inversement comme une preuve de la validité de ces dernières, du moins dans la mesure du possible. C'est ce qu'ont tenté de faire, récemment, Lorenz et Tinbergen (*The study of instinct*, 1951), dans des travaux qui ont le mérite de joindre aux expériences de laboratoire une étude prolongée pendant des dizaines d'années dans la nature.

Quoi qu'il en soit, cette réaction en sens inverse ne doit pas

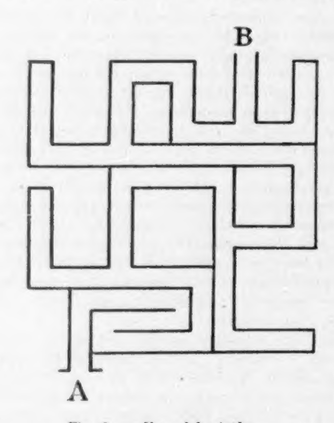


Fig. 3. — *Un « labyrinthe »*.
On a réalisé des formes multiples de « labyrinthe ». Dans celui-ci, conçu par Schneirla pour des fourmis, l'entrée se trouve en A et la sortie, où se trouve un nid, en B.

faire oublier l'évolution extraordinaire que l'esprit expérimental a fait faire à la psychozoologie. Il serait fastidieux de décrire en détail des techniques dont nous verrons ultérieurement des applications précises. Parcourons seulement le livre de Munn (*Manuel de la psychologie du Rat blanc*, 1950). On étudiera le *comportement inné* de l'animal grâce à des plans inclinés, sous lumière rouge ou diffuse, pour mesurer la tendance à monter; grâce à

des tambours tournants, cages en équilibre sur contacts électriques, pour contrôler les rythmes d'activité; grâce à des parcours comportants des grilles électrisées, pour déterminer la puissance d'une motivation en fonction de l'intensité des obstacles franchis. Les *processus d'apprentissage* (adaptation progressive de la conduite à des situations nouvelles) seront analysés à l'aide de boîtes de choix, comportant d'un côté de la nourriture et de l'autre un contact électrique, de labyrinthes à formes multiples, de boîtes-problèmes à mécanisme d'ouverture (fig. 1 à 4). Les appareils enregistreurs interviendront par ailleurs (pour mesurer la température, l'intensité lumineuse, le parcours même de l'animal dans le labyrinthe). Des expériences différentielles permettront de faire varier les conditions de l'environnement au fur et à mesure des besoins et des hypothèses. Ainsi, on étudiera la force relative des incitateurs à l'apprentissage (récompense, punition, nourriture, besoin sexuel) en inventant des dispositifs topiques : différents chercheurs ont trouvé qu'un labyrinthe dont le sujet doit s'échapper à la nage est très facilement appris, pourvu que l'eau soit froide, et surtout si l'on fait entendre en même temps un bruit intense ! Tous ces protocoles ont l'avantage de nous faire connaître, non seulement les facteurs de dressage, mais encore les *incapacités intellectuelles* (aptitudes à une adaptation rapide à la situation) et la nature du monde aperçu, de l'*univers* qui existe *pour* l'animal : ainsi les rats distinguent le bleu du vert et du jaune, mais non le bleu du vert, et le vert du jaune; ils peuvent distinguer des figures les unes des autres, etc. Ajoutons enfin que, pour faire varier les conditions internes des conduites, les expérimentateurs n'hésiteront pas à décérébrer, aveugler, mutiler de diverse manière des animaux, ou à modifier leur équilibre vago-sympathique ou hormonal à l'aide d'injections d'extraits endocriniens ou de produits chimiques.

Faits et hypothèses. Théories analytiques et synthétiques. — Il va sans dire que, durant les travaux expérimentaux de ce genre, l'esprit du chercheur, loin d'être passif, comme le laisserait croire une conception trop réaliste de l'objectivité, ne laisse pas d'être guidé par des conceptions théoriques qui naissent de l'observation et sont tout à la fois vérifiées ou infirmées par elle. Cette dialectique entre l'hypothèse théorique et le donné concret est trop la caractéristique même de la science moderne pour que nous y insistions : comme dit Bachelard, les faits n'ont de valeur scientifique qu'autant qu'ils confirment ou infirment un schéma préalable. Le fait scientifique est toujours solidaire d'un contenu rationnel et d'une technique cohérente. Mais ce qui distingue une théorie « dialectique » d'une théorie *a priori* d'ordre philosophique, dont nous avons dit l'inutilité, c'est son caractère méthodologique,

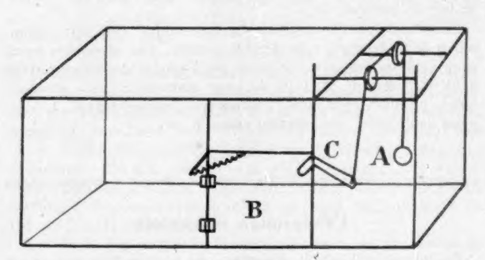


Fig. 4. — *Une « boîte problème »*.

Des appareils de ce genre permettent d'étudier le learning et les phénomènes d' « insight », de compréhension intelligente, chez divers animaux. Ici, par exemple, l'animal se trouve à l'intérieur de la cage, et il doit en sortir en tirant sur l'anneau A qui ouvre la porte B par l'intermédiaire du loquet C. Si l'animal n'apprend qu'à la longue, on se trouve devant l'acquisition d'une habitude ; s'il découvre très vite, et brusquement, la réponse adéquate sans learning antérieur, on parlera d'intelligence concrète.

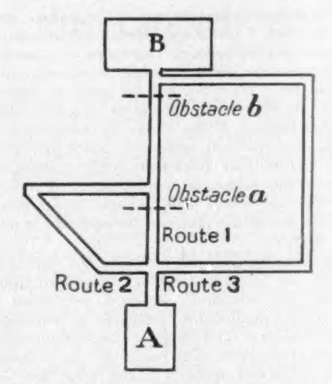


Fig. 5. — *Appareil de Tolman et Honzik pour tester l' « insight » chez les rats.*

Pour étudier en eux-mêmes les processus « intellectuels », on invente des dispositifs expérimentaux adaptés à la fois à l'animal et aux hypothèses que l'on veut vérifier. Dans cet appareil, trois routes mènent vers la nourriture qui est en B. L'animal apprend d'abord à les utiliser. Puis, dans les expériences critiques, on place un obstacle, soit en *a*, soit en *b* ; lorsqu'il est en *b*, l'animal doit choisir la route 3 ; lorsqu'il est en *a*, l'animal doit choisir la route 2.

son rôle d'hypothèse utile parce que vérifiable ou susceptible de l'être, son efficacité heuristique enfin, puisque ce sont les hypothèses théoriques qui font découvrir de nouveaux protocoles et de nouveaux faits. C'est à la lumière de ces considérations qu'il faut envisager les diverses écoles qui se partagent le domaine de la psychozoologie. Dans l'introduction de leur ouvrage *Principles of animal psychology* (1934), Maier et Schneirla écrivent : « En créant des hypothèses, la théorie présente des suggestions pour la recherche. L'homme de science, dirigé par ses conceptions, tentera d'en montrer la validité... L'importance de la théorie dans la science est donc évidente ». Aussi bien dans son livre sur le rat, Munn consacre-t-il nombre de pages aux expériences suscitées par les vieilles théories des « essais et erreurs », par la théorie du « signe-gestalt » de Tolman, la théorie du « renforcement » de Hull, etc.

Il est difficile de faire une énumération exhaustive, voire de classer toutes ces conceptions théoriques. Souvent on utilise pour cela la vieille opposition du mécanisme et du finalisme. Si elle différencie les positions sur la nature des conduites instinctives (conçues dans un cas comme une cascade de réflexes, dans l'autre comme des structures possédant un principe interne de régulation), elles distinguent moins bien celles qui concernent la nature de l'intelligence et plus généralement des processus d'adaptabilité. Aussi préférons-nous opposer les théories analytiques et les théories synthétiques.

Les premières ont tendance à réduire le supérieur à l'inférieur et à reconstruire les phénomènes complexes à l'aide de quelques phénomènes simples. Pavlov a attaché son nom à la théorie des réflexes conditionnés, qui reconstruit les conduites complexes à partir du « conditionnement » et des réactions réflexes. Loeb part des tropismes, réactions élémentaires d'orientation de l'organisme en face d'un stimulus. Watson envisage le comportement du point de vue des « arcs réactifs » et de la « situation physiologique » : l'organisme, par ses réactions, modifie son état physiologique de telle sorte que le stimulus ne suscite plus de réaction; l'état physiologique est donc un stimulus intra-organique qui, en conjonction avec des objets du milieu environnant, stimule des réactions : si celles-ci ne sont pas ajustées, l'état physiologique subsiste et continue à

stimuler l'organisme, mais par contre l'organisme parfaitement adapté ne fait rien. L'instinct, en particulier, se présente comme une « version physiologique de l'anatomie », « combinaison de réponses congénitales déclenchées par des stimuli appropriés et se succédant dans un ordre qui lui aussi est imposé par la structure ». On trouve une théorie de ce genre, basée sur les réflexes, chez Rabaud. Enfin, citons les conceptions de Thorndike, Hull, etc., qui font intervenir divers processus de renforcement des réactions utiles pour rendre compte de l'acquisition de nouvelles formes de comportement : lois de l'exercice, de l'effet, etc., qui toutes indiquent que les réactions adaptées se fixent aux dépens des réactions inadaptées, par une sorte de processus fatal.

Les hypothèses synthétiques insinuent que, loin d'être éclaircies à partir des conduites simples (réflexes, tropismes, conditionnement), les conduites complexes permettent seules au contraire de les comprendre. Solidaires du mouvement de la psychologie moderne, qui dépasse l'associationnisme et l'atomisme désuets au profit d'un point de vue « molaire », ces hypothèses ont actuellement la faveur. C'est dans les faits de comportement prétendus élémentaires que l'on fera donc descendre un peu de la complexité du psychisme des animaux supérieurs : ainsi, les cas d' « insight » chez les Mammifères (compréhension soudaine d'une situation, avec réaction nouvelle et juste) en ont fait découvrir chez certaines guêpes maçonnes. Plaçons d'abord parmi les écoles qui se réclament, explicitement ou implicitement, de ce point de vue, le « behaviorisme molaire » de Tolman, qui fait appel à l'*intentionnalité*, à la saisie de rapports de moyen à fin par l'organisme par suite de l'appréhension du caractère « significatif » des objets et des configurations dans lesquels il se trouve. Sorte de mentalisme donc, puisque des « événements mentaux » interviennent jusque dans les conduites innées, et que Tolman se dit lui-même finaliste. La Gestalt-théorie se présente, elle, comme une sorte de compromis entre mécanisme et finalisme. Koelher, Koffka pensent que les situations dans lesquelles se trouve un animal sont toujours *complexes* et *structurées*; il n'y a pas de stimuli simples et isolés, mais des « formes » : les réactions intelligentes consistent, en particulier, en un processus de réorganisation du champ perceptif. L'impulsion donnée à la psychologie animale par la « psychologie de la forme » a été sans égale. On s'est effectivement aperçu que très souvent ce ne sont point des stimuli isolés, mais des complexes de stimuli, des objets, qui provoquent les principales activités animales. D'où les travaux récents de l' « école objectiviste » de Lorenz et Tinbergen, dont nous avons signalé par ailleurs la méthode compréhensive. Les théories objectivistes ont suscité l'étude directe des stimuli « gestaltisés » notamment par la technique des leurres, des attrapes (sortes de modèles d'objets, dont on modifie, en partant de l'original, la forme, la consistance ou l'odeur).

Notons bien pour terminer que ces dernières théories, tout en étant solidaires de l'évolution générale de la psychologie et de la biologie, sont en fait rarement énoncées doctrinalement par leurs auteurs ou par les chercheurs qui s'en réclament. Tant il est vrai qu'elles sont difficilement séparables des faits qu'elles interprètent et des expériences qu'elles suscitent.

JEAN-C. FILLOUX.

L'industrie de la chlorophylle

La fabrication industrielle de la chlorophylle prend une grande extension : il en a été vendu pour environ 20 millions de dollars en 1951; ce chiffre s'élèvera à environ 50 millions de dollars cette année et l'on estime qu'il peut rapidement être porté à une centaine de millions par année.

La chlorophylle ou plus exactement les chlorophylles sont l'ensemble des pigments recueillis dans les chloroplastes des végétaux verts. De ce mélange colloïdal de substances on a séparé quatre pigments : deux chlorophylles *a* et *b* et deux carétonoïdes : le carotène et la xantophylle. Grâce aux pigments chlorophylliens, les végétaux utilisent l'énergie lumineuse pour opérer la synthèse des molécules organiques à partir de l'eau et du gaz carbonique. L'énergie utilisée ne correspond qu'à une partie du rayonnement solaire visible. Toute la vie sur la Terre est tributaire de cette synthèse.

Du point de vue chimique la chlorophylle est une combinaison magnésienne d'un complexe tétrapyrrolique. Elle est colloïdale et n'a jamais pu être obtenue à l'état cristallisé. Les variétés *a* et *b* peuvent être séparées par des solvants sélectifs. La chlorophylle des plantes a une étroite parenté chimique avec l'hémoglobine du sang des animaux où le magnésium est remplacé par le fer; et avec l'hémocyanine du sang des mollusques qui renferme du cuivre.

La chlorophylle intervient dans la formation de la vitamine A. L'étude de son action sur l'organisme a montré qu'elle élève le taux de l'hémoglobine, stimule le métabolisme général, augmente l'amplitude des contractions cardiaques. En thérapeutique, on l'utilise à l'intérieur sous diverses formes solubles dans l'eau, de préparations spéciales. On lui associe souvent le fer contre l'anémie. En applications locales, elle accélère la cicatrisation des plaies et on l'utilise en pansements, associée à d'autres produits cicatrisants : acides gras non saturés, huile de foie de poisson, etc.

Ce ne sont pas ces emplois pharmaceutiques qui sont responsables de la demande considérable actuelle. Des débouchés beaucoup plus amples se manifestent par l'emploi des chlorophylles dans une série de produits de large consommation : désodorisants, produits capillaires, cosmétiques, chewing-gum, lotions, pâtes dentifrices, alimentation animale, etc.

L. P.

Le traitement des schistes bitumineux en Suède

Un procédé original de traitement des gisements de schistes bitumineux est appliqué en Suède. Il consiste à pratiquer la distillation de la roche en place par électrothermie. Des résistances électriques sont disposées dans les couches du gisement et entre deux puits profonds. Les vapeurs qui distillent sont condensées. Le produit brut ainsi obtenu est ensuite raffiné par les méthodes usuelles.

L'émigration allemande

Le Bureau fédéral de statistique de la République de Bonn précise que le nombre des Allemands ayant émigré outre-mer en 1951 s'est élevé à 85 000, se répartissant ainsi : 46 000 aux États-Unis; 32 000 au Canada; 7 000 au Brésil, en Argentine, en Afrique du Sud et en Australie. Ce chiffre est le plus élevé que l'on ait noté depuis 1923, où l'on avait enregistré 115 400 départs.

La production mondiale du caoutchouc

Depuis 1839, date où Charles Goodyear mit au point le procédé de la vulcanisation, qui ouvrait l'ère de l'emploi industriel du caoutchouc, et surtout depuis la fin du XIXe siècle, avec l'invention du pneumatique, l'instabilité a été la règle sur le marché mondial du caoutchouc.

Jusqu'à ces dernières années, le caoutchouc de plantation, tiré de l'hévéa, qui avait à son tour supplanté le caoutchouc de cueillette des forêts brésiliennes, jouissait d'un monopole incontesté : de 11 pour 100 de la production mondiale en 1910, il était passé à 99 pour 100 en 1932. L'hévéa, qui veut un climat chaud et humide, couvrait de vastes étendues en plantations modernes, en Malaisie (plus de la moitié de la production mondiale en 1932), dans l'Insulinde, en Indochine, à Ceylan. Singapour était et est resté le grand entrepôt.

La première guerre mondiale avait causé un « rubber boom » profitable aux plantations, lesquelles se lancèrent dans une extension démesurée ; quand les 5 ou 6 ans nécessaires à l'hévéa pour donner sa première récolte furent écoulés, le monde se trouva incapable de consommer les 350 000 à 400 000 t produites annuellement (en 1922 : 374 000). Le plan Stevenson de limitation échoua devant l'intransigeance des Indes Néerlandaises. Mais la crise économique de 1929 obligea tous les producteurs à consentir des sacrifices, par l'accord de 1934, renouvelé en 1939. Le marché se trouvait relativement stabilisé à la veille de la guerre, pour une production totale d'environ 1 million de tonnes (consommation accrue, en particulier, par les achats « stratégiques » de l'Allemagne en 1936-1939).

La guerre de 1939-1945 produisit un nouveau « boom », mais entièrement différent cette fois : la perte par les Alliés des régions productrices d'Extrême-Orient (85 pour 100 de la production mondiale sous contrôle japonais en 1942), l'isolement d'autre part de l'Allemagne hitlérienne obligèrent chacun des belligérants à se tourner vers des produits de remplacement. L'Allemagne avait mis au point dès 1936 dans les usines de Ludwigshafen et de Leuna, près de Magdebourg, le « Buna », tiré de la houille; d'autres qualités furent produites pendant la guerre (total 1 million de tonnes en 1944).

Les États-Unis créèrent à la hâte une industrie du caoutchouc synthétique, en Californie, au Texas, à Akron; ils développèrent en même temps des plantations d'hévéas au Libéria, au Congo belge et au Brésil (Ford), où ils reprirent même la cueillette en Amazonie. Les 9/10 de leur production de guerre furent du caoutchouc synthétique, dont le prix de revient, considérable au début, s'abaissa rapidement avec l'augmentation de la production.

Une nouvelle crise fut évitée à la fin de la guerre, grâce à la fermeture d'usines américaines et à la prorogation, en 1945-1947, de l'accord de 1934, adapté aux circonstances et comportant une réglementation moins stricte. En 1948, la production mondiale, supérieure à 2 millions de tonnes, se répartissait ainsi : caoutchouc naturel : 1 515 000 t (Malaisie : 697 000; Indonésie : 430 000; Ceylan : 95 000); — caoutchouc synthétique : 533 000 t (U.S.A. : 490 000). Mais déjà l'équilibre était instable : la consommation totale en 1948 fut inférieure de 153 000 t à la production.

Les mois qui suivirent le déclenchement de la guerre de Corée devaient, comme pour tous les produits « stratégiques », se traduire par une hausse brutale des cours, qui passèrent à Londres de 24 d. la livre anglaise (lb.) en juin 1950, à plus de 72 en mars 1951. Le résultat fut une nouvelle augmentation de la production de gomme naturelle, en particulier de l'Indonésie : Malaisie : 671 000 t en 1949; 705 000 en 1950 Indonésie : 431 000 t en 1949; 692 000 en 1950.

Mais le phénomène ne provenait pas des grandes plantations, ruinées par la guerre persistante et les sabotages; il provenait essentiellement des petits producteurs indigènes, stimulés par la hausse des cours (mêmes régions, plus Ceylan, Bornéo britannique, Birmanie, Siam)

Devant cette hausse considérable des prix, le gouvernement américain, principal acheteur de caoutchouc brut dans le monde, ralentit ses demandes, puis les supprima. En même temps, il remettait en marche les usines de caoutchouc synthétique qu'il contrôlait et qu'il avait financées entre 1942 et 1945 (par l'intermédiaire de la Reconstruction Finance Corporation). La gomme synthétique est cédée actuellement au prix artificiel de 23 cents U.S. sur le marché américain (la lb.). Aussi, à la suite de ce véritable « dumping », a-t-on assisté depuis mars 1951 à une chute rapide des cours exagérés du caoutchouc naturel, redescendus à Londres de 72 d. la lb. à 23, et à New-York à 26 cents U.S., en juin 1952.

Les États-Unis ont ainsi obtenu ce qu'ils désiraient : un retour à une situation plus normale du marché. Mais cela cache un grave danger : la tentation est forte de vivre en vase clos, de conserver les usines de caoutchouc synthétique, malgré les subventions que cela implique de la part de l'État. N'assistera-t-on pas dans ce cas à un effondrement des cours du caoutchouc naturel, c'est-à-dire à la ruine des petits producteurs malais et indonésiens? Ceux-ci seraient alors une proie facile pour la propagande politique dans le Sud-Est asiatique.

Déjà l'excédent de production de caoutcohuc naturel a été en 1951 de 450 000 t. Or, la production de gomme synthétique continue à monter ; de 520 000 t en 1950, elle est passée à 910 000 en 1951, et atteindra le million en 1952. La solution réside, une fois de plus, dans un accord international, et l'intérêt des États-Unis n'est pas de s'y soustraire, comme ils pourraient en être tentés sur le vu de leur énorme capacité industrielle. En juillet 1952 se réunit à Londres une conférence de stabilisation des prix, réclamée par l'Indonésie, qui paraît la plus menacée par un effondrement éventuel des cours. Un équilibre doit être trouvé entre les deux formes de caoutchouc, et un prix raisonnable admis. C'est l'intérêt de tous, producteurs, et consommateurs (dont la France est l'un des principaux). Peut-être le gouvernement américain va-t-il transférer au secteur privé ses propres usines, les laissant ainsi rentrer dans le jeu de la libre concurrence; mais il faut pour cela une loi spéciale du Congrès.

Reste l'inconnue des prochaines années : l'U.R.S.S., qui a importé par la voie maritime depuis 1949 de grosses quantités de caoutchouc asiatique, s'est donné également une industrie du caoutchouc synthétique, à base des dérivés du pétrole (usines de Iaroslavl, près de Moscou). La production de 1950 aurait dépassé 100 000 t, et el[illegible]vait doublé en 1951. D'autre part, les Soviets ont réussi à [illegible] du latex d'une sorte de pissenlit appelé « saghyz », qui est l'une des rares plantes poussant dans les déserts du Kazakhstan (50 000 t de gomme (?) en 1950).

Le règne exclusif de l'hévéa semble en tout cas avoir pris fin. Au Mexique, des plantations de « guayula », autre plante à latex, s'étendent, exploitées par l'International Rubber Co. La République Argentine déclarait récemment (avril 1952) qu'elle allait procéder à des essais méthodiques de plantation de guayula dans les steppes du Chaco.

La solution réside, semble-t-il, dans le champ de plus en plus vaste qui s'ouvre aux emplois industriels du caoutchouc.

Paul Wagret.

Six "Prix Nobel" naquirent il y a cent ans

E. Fischer, Michelson, H. Moissan, H. Becquerel, Van t'Hoff et Ramsay

Nous avons, par une curieuse rencontre, à célébrer en 1952, le centenaire de la naissance de six savants illustres, dont deux Français, qui tous furent lauréats du prix Nobel. C'est en 1852 que naquirent, en effet, Emil Fischer, Michelson, Moissan, Henri Becquerel, Van t'Hoff et Ramsay.

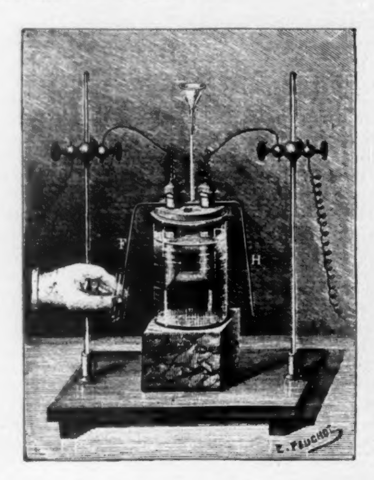
* * *

Emil Fischer, chimiste allemand, né à Euskirchen (Prusse-Rhénane), mort à Wansee, près de Berlin, en 1919, fut d'abord assistant de Baeyer, à Munich. Après avoir été quelque temps *privatdocent* dans cette dernière ville, il fut nommé successivement professeur de chimie à Erlangen, à Wurtzbourg, enfin à Berlin. D'une grande importance et d'une grande fécondité ont été ses travaux (qui lui valurent le prix Nobel de Chimie en 1902) sur la synthèse des sucres, fructose et glucose, qu'il réalisa en 1887; sur l'asymétrie des ferments et celle des corps sensibles à leur influence; sur l'obtention, à partir des amino-acides, de corps complexes ressemblant aux peptones qui résultent de l'action des ferments digestifs sur les protéines (polypeptides). C'étaient là de décisifs progrès, non seulement dans la connaissance de certains constituants des organismes vivants mais dans leur synthèse.

Albert-Abraham Michelson (1852-1931), physicien, qui fut le premier Américain à recevoir le prix Nobel (1907), est né à Strelno (Pologne) et mort à Pasadena (Californie). Son nom a été rendu universellement célèbre par la fameuse expérience, reprise de façon absolument décisive en 1887 avec Morley, qui montra qu'il était impossible de mettre en évidence le mouvement de la Terre dans l'espace en se référant à la vitesse de la lumière : cette vitesse était constante dans toutes les directions. Quelle que fût, en effet, la position d'un interféromètre ultra-sensible, on n'enregistrait aucun déplacement dans les franges d'interférence. Ce résultat négatif, de prime abord surprenant, car on s'attendait à un déplacement des franges, était d'une exceptionnelle importance. Einstein devait le généraliser dans sa théorie de la Relativité restreinte (1905) et l'expérience de Michelson-Morley fut dès lors considérée comme une des expériences cruciales de l'histoire des sciences. Ce fut grâce aux instruments d'une précision remarquable qu'il construisit, que Michelson, travaillant avec René Benoît, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres, put évaluer, pour la première fois, la longueur du mètre en longueurs d'onde lumineuses (1894). Ce fut aussi en utilisant les interférences qu'il réussit, en 1920, avec l'astronome Francis G. Pease, à mesurer pour la première fois le diamètre d'une étoile.

Henri Moissan (1852-1907), né et mort à Paris, professeur de toxicologie à l'École supérieure de pharmacie, de chimie à la Sorbonne, s'est rendu célèbre, voire populaire, par ses travaux sur le four électrique, qu'il a beaucoup perfectionné et qui lui a permis d'inaugurer un nouveau chapitre de la science, celui de la chimie des hautes températures. Il démontrait que telle réaction, jusqu'alors incomplète faute d'une température suffisamment élevée, pouvait être conduite jusqu'à ses dernières limites. Les oxydes irréductibles par le charbon, comme la silice, l'alumine, la chaux, l'oxyde d'uranium, pouvaient être réduits à la température du four électrique et fournir soit le corps simple, soit sa combinaison avec le carbone. Il réussit à volatiliser ou à dissocier de nombreux corps considérés jusqu'alors comme réfractaires et put préparer des séries nouvelles de composés définis et cristallisés, tels que les carbures (notamment le carbure de calcium, matière première de la fabrication de l'acétylène), les siliciures, les borures et les azotures.

Henri Moissan parvint-il, comme il le crut, à fabriquer dans son four électrique de microscopiques diamants artificiels ? La question est demeurée controversée. Les « diamants » obtenus n'auraient pas cristallisé dans la forme cubique... Mais, même s'il fallait décidément retrancher cette découverte de ses « titres et travaux », cela ne diminuerait pas la légitime gloire de Moissan, à qui l'on doit encore, en chimie, d'avoir isolé le fluor. C'était là une opération d'une difficulté extrême, ce corps étant le plus actif de tous les éléments et tendant à se recombiner avec la plupart des matériaux usuels. Ce fut une belle victoire, lorsque Moissan le prépara, pour la première fois, en 1886, par électrolyse de l'acide fluorhydrique pur et sec, rendu conducteur par adjonction de fluorhydrate de fluorure de potassium, et en utilisant comme vase à électrolyse un tube en U en platine dont les deux branches étaient obturées par des bouchons en fluorine.



L'expérience qui a permis d'isoler le fluor a été faite pour la première fois le 26 juin 1886

Henri Moissan

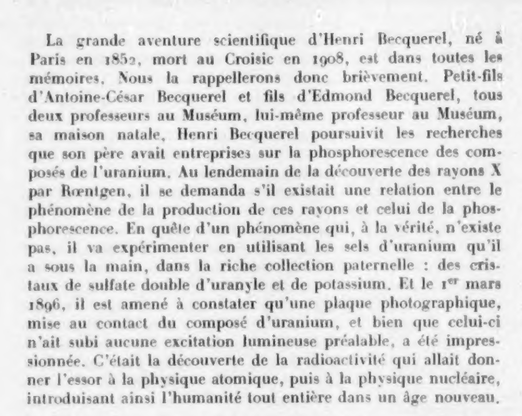
Fig. 1. — *L'expérience d'isolement du fluor.*



Fig. 2. — *Henri Moissan.*



Fig. 3. — *Henri Becquerel.*



La grande aventure scientifique d'Henri Becquerel, né à Paris en 1852, mort au Croisic en 1908, est dans toutes les mémoires. Nous la rappellerons donc brièvement. Petit-fils d'Antoine-César Becquerel et fils d'Edmond Becquerel, tous deux professeurs au Muséum, lui-même professeur au Muséum, sa maison natale, Henri Becquerel poursuivit les recherches que son père avait entreprises sur la phosphorescence des composés de l'uranium. Au lendemain de la découverte des rayons X par Rœntgen, il se demanda s'il existait une relation entre le phénomène de la production de ces rayons et celui de la phosphorescence. En quête d'un phénomène qui, à la vérité, n'existe pas, il va expérimenter en utilisant les sels d'uranium qu'il a sous la main, dans la riche collection paternelle : des cristaux de sulfate double d'uranyle et de potassium. Et le 1er mars 1896, il est amené à constater qu'une plaque photographique, mise au contact du composé d'uranium, et bien que celui-ci n'ait subi aucune excitation lumineuse préalable, a été impressionnée. C'était la découverte de la radioactivité qui allait donner l'essor à la physique atomique, puis à la physique nucléaire, introduisant ainsi l'humanité tout entière dans un âge nouveau.

Jacobus-Hendrikus Van t'Off (1852-1911), que l'on a appelé le « Berthelot hollandais », naquit à Rotterdam. Il fut professeur de physique à Utrecht, à Amsterdam, directeur de l'Institut de physique de Charlottenbourg. Il a montré les relations entre les propriétés optiques et la structure des corps (1874-1877), énoncé les lois de l'équilibre chimique (1884), étudié la pression osmotique au moyen de parois semi-perméables, montré l'identité entre l'équation d'un mélange en solution et celle du mélange des gaz parfaits, donné la formule relative aux solutions diluées pour lesquelles la loi de Henry est en défaut, établi le premier la loi d'abaissement du point de congélation par la dissolution et celle de l'abaissement de la tension de vapeur. Son plus beau titre de gloire, qu'il partage d'ailleurs avec le chimiste français Le Bel, est la création de la stéréochimie. Il reçut le prix Nobel en 1901. Ajoutons qu'on lui doit encore la fondation de l'Institut de chimie physique d'Amsterdam et qu'il a été l'un des directeurs de la célèbre *Revue de Chimie physique* éditée à Leipzig.

Sir William Ramsay (1852-1916), prix Nobel de chimie (1904), a découvert et étudié les gaz rares de l'atmosphère : l'argon et l'hélium avec lord Rayleigh (prix Nobel de physique, 1904), et, avec Trasers, le krypton, le néon et le xénon (1898). Ce fut l'observation, faite par Rayleigh, selon laquelle l'azote extrait de l'air a une densité plus grande que celle de l'azote libéré de ses composés, qui amena Ramsay et Rayleigh à la découverte de l'argon. Ainsi, en quatre ans, cinq éléments, jusque-là inconnus, étaient tirés de l'air. On sait combien nombreuses et importantes ont été leurs applications (lampes à incandescence, tubes fluorescents). Et l'hélium devait, pour sa part, se révéler d'une importance extraordinaire, tant en physique théorique, étant donné ses propriétés si étranges, qu'en physique expérimentale, pour l'obtention de très basses températures avoisinant le zéro absolu.

* * *

Fortuitement groupés ici, les noms des six grands hommes que voilà, par le hasard d'une date de naissance ! Mais la science est une, chaque savant travaille pour tous les autres, et un tel rapprochement, si arbitraire qu'il semble de prime abord, est une occasion de le rappeler : remarquons, par exemple, que ce fut à partir des travaux de Van t'Off et de Le Bel qu'Emil Fischer put accomplir les siens ; que ce fut grâce à Moissan que Becquerel eut à sa disposition, en 1896, de l'uranium pur pour la suite de ses expériences.

FERNAND LOT.

Le second voyage aux îles Kerguelen

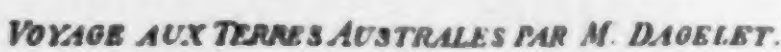
et les deux erreurs du botaniste Adanson

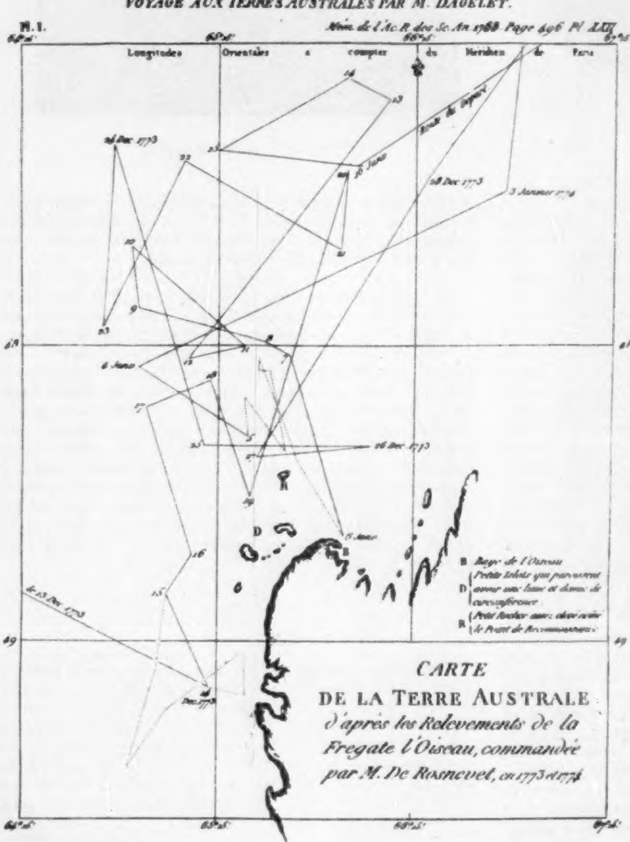
C'est en 1772 que le chevalier Yves de Kerguelen de Tremadec, capitaine des vaisseaux du Roi, reçut ordre de partir à la recherche de cette *Terra australis incognita* que le navigateur Paulmier de Gonneville, doublant le Cap de Bonne-Espérance vers 1504, croyait avoir découverte. L'ordre de mission donné le 25 mars 1771 par le Cabinet de Versailles, prescrivait que Kerguelen « fera voile vers ces terres; il fera tous ses efforts pour les trouver et les reconnaître ».

Le 16 janvier 1772, les deux navires *La Fortune* et le *Gros-Ventre*, placés, le premier sous le commandement de Kerguelen, le second sous les ordres de M. de Saint-Allouarn, quittaient l'Ile de France. Les 12 et 13 février, les côtes du grand archipel austral, auquel le marin breton devait attacher son nom, étaient déjà en vue, mais de fortes tempêtes éprouvèrent à tel point son navire et son équipage que Kerguelen décida de regagner l'Ile de France, laissant dans ces parages son second navire avec lequel il avait, d'ailleurs, perdu le contact. Mais la chance devait favoriser M. de Saint-Allouarn, et c'est à l'un de ses officiers, M. de Boisguehenneuc, qui avait réussi à débarquer dans l'anse qu'il nomma Baie du Lion Marin, que revient l'honneur d'avoir pris possession de cette terre australe au nom du Roi de France.

Malgré ses déboires, Kerguelen reçut les félicitations et les encouragements de la Cour, et le Roi décida de lui confier le commandement d'une seconde expédition afin d'étudier plus complètement la géographie et les ressources de ce pays à peine entrevu. Cette seconde expédition comprenait les navires le *Roland*, commandé par Kerguelen, la *Dauphine* et l'*Oiseau*, sous les ordres de M. de Rosnevet, « officier distingué par ses connoissances dans tous les genres, et par son zèle pour le progrès des sciences » (1). Ces vaisseaux quittaient le port de Brest le 26 mars 1773, faisant route sur le Cap de Bonne-Espérance.

Sur l'*Oiseau* s'était embarqué un jeune astronome, élève de Lalande, Joseph Le Paute d'Agelet, dit Dagelet. Né à Thonne-la-Long (Meuse), le 25 novembre 1751, Dagelet était le neveu de deux horlogers parisiens réputés, constructeurs d'horloges astronomiques et marines, Jean-André et Jean-Baptiste Lepaute, qui se chargèrent de son éducation et le présentèrent, vers 1768, à Lalande. L'illustre astronome dut apprécier ses mérites, l'associant à ses « observations et calculs astronomiques ». Lorsque Dagelet partit pour les Terres Australes, Lalande ne se fit pas faute de reconnaître qu'il était « très en état de rendre ce voyage utile par des observations exactes et assidues de longitudes et de latitudes » (*Journal des Sçavans*, nov. 1773). Cette mission lui valut sans doute quelque notoriété, car, nommé professeur de mathématiques à l'École Militaire, il était élu membre de l'Académie des Sciences le 16 janvier 1785. Partant pour son grand voyage autour du monde, à bord des frégates la *Boussole* et l'*Astrolabe*, La Pérouse engagea Dagelet à l'accompagner en qualité d'astronome. Il embarqua le 1er août 1785 pour cette croisière qui devait s'achever si tragiquement. En mars 1788, il envoyait un dernier message de Botany-Bay, « Nouvelle Hollande » (Australie). Quelques mois plus tard, La Pérouse et





1. Dagelet. Observations faites dans un Voyage aux Terres Australes en 1773 et 1774. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, année 1788, p. 488.

Fig. 1. — *La seconde exploration des îles Kerguelen.*
Carte établie par Dagelet (1773-1774), *Mémoires de l'Académie royale des Sciences* (1788).

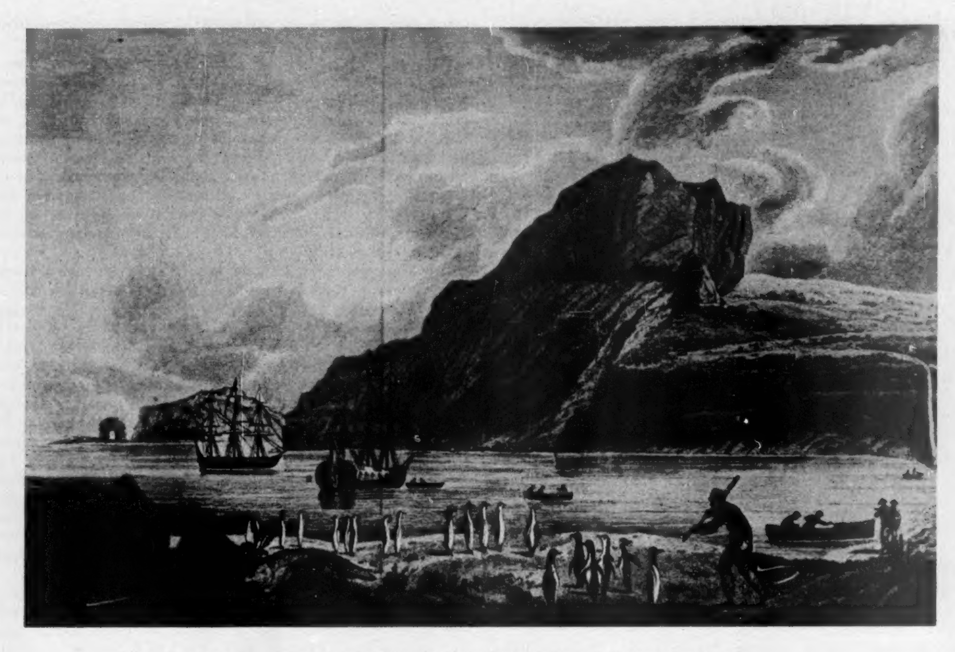


Fig. 2. — *Voyage de Cook à Christmas Harbour (Baie de l'Oiseau) en 1776.*
On aperçoit, au mouillage, les navires de J. Cook, la *Résolution* et la *Découverte* ; sur le rivage, à droite et à gauche, on distingue le Chou de Kerguelen.
(Gravure extraite du *Troisième Voyage de Cook*).

ses compagnons étaient massacrés par une peuplade polynésienne, à Vanikoro, au nord des Nouvelles-Hébrides.

On doit à Dagelet diverses séries d'observations et de calculs astronomiques, publiés dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, de 1764 à 1790. Mais il se livra également, au cours de son voyage aux Terres Australes, à des recherches intéressant la physique, la météorologie et qui figurent dans son *Compte rendu d'un Voyage aux Terres Australes*, publié dans le *Journal des Sçavans* de juin 1775, ainsi que dans ses *Observations faites dans un Voyage aux Terres Australes*, en 1773 et 1774, parues dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, année 1788, pp. 487-503.

Cette dernière publication, plus étendue que la précédente, constitue, à proprement parler, la véritable relation scientifique du voyage de Le Paute d'Agelet. Elle mérite d'autant plus de retenir notre attention qu'elle nous apporte la première documentation scientifique sur ces terres nouvellement découvertes. Dagelet nous présente ses observations en ces termes : « Le désir de faire dans cette expédition quelque chose qui pût être utile à l'astronomie me détermina à m'embarquer en 1773 pour les Terres Australes, par le conseil et les soins de M. de la Lande. Cette campagne annonçait des occasions intéressantes pour un observateur, mais les circonstances qui en ont empêché le succès m'ont aussi ôté les occasions de faire beaucoup d'observations; mon seul regret est de n'en avoir pu rapporter un plus grand nombre, malgré la dureté et les fatigues d'un long et pénible voyage ».

Partis le 26 mars de Brest, les trois navires de la seconde expédition de Kerguelen faisaient escale le 29 mai au Cap de Bonne-Espérance, puis relâchaient à Madagascar le 20 juillet, à l'Ile de France le 19 août, d'où ils appareillaient le 17 octobre pour l'île Bourbon. Le 29 octobre, « nous mîmes à la voile pour aller chercher les Terres Australes, départ que nous désirions avec impatience, comme devant être l'époque de nos travaux les plus curieux, et ou chaque événement allait devenir intéressant pour nous ».

Dans la matinée du 14 décembre, les navires eurent en vue une côte très élevée « qui couroit à peu près N 1/4 NE et S 1/4 SE », et sur laquelle n'apparaissait « ni arbre ni arbuste, pas même de verdure ». Cependant un coup de vent obligea les navires à regagner le large. Le 6 janvier 1774, le temps paraissant plus favorable, l'*Oiseau* et la *Dauphine* passèrent « entre deux îlots qui sont par les 48°35′ de latitude, et une espèce de rocher qui en est éloigné de 3 à 4 lieues dans le NE ». Il s'agit très probablement des îles Roland et Croy, à l'extrémité de l'actuelle presqu'île Loranchet. Après avoir contourné l'actuel cap d'Estaing, « on aperçut derrière ce cap un enfoncement : on mit un canot à la mer pour aller s'assurer si c'étoit un mouillage. Nous étions assez près de la terre pour distinguer très facilement les oiseaux qui étoient en grande quantité sur le rivage. Ce cap est très haut, fort à pic, et n'offre qu'un roc vif du côté de la mer ».

Ce cap « très haut » n'est autre que le cap Français qui protège l'entrée d'une baie assez profonde, cette baie de l'Oiseau où devait relâcher, le 25 décembre 1776, le capitaine Cook et qu'il appela Christmas Harbour (fig. 2). Le commandant de l'*Oiseau*, Rosnevet, suivant les instructions de Kerguelen, mit un canot à la mer et chargea M. de Rochegude et quelques officiers d'aller reconnaître le mouillage. Il ne fut pas trop difficile d'aborder à la côte et, écrit Dagelet, « on prit posses-



Fig. 3. — *La Composée Cotula plumosa de l'herbier d'Adanson.* Adanson avait pris cette plante pour une Potentille. (*Laboratoire de Phanérogamie du Muséum*).

sion de cette terre au nom du Roi, et l'on y laissa plusieurs inscriptions dans des bouteilles, pour en constater l'époque; les unes furent enterrées sous de petites pyramides sur le rivage, d'autres accrochées aux roches. Elles renferment l'inscription suivante écrite sur vélin :

> *Ludovico XV, Galliarum rege, & D. de Boynes regi a secretis ad Res Maritimas, annis 1773 & 1774* ».

L'inscription que reproduit M. E. Aubert de La Rüe (*Étude géologique et géographique de l'Archipel de Kerguelen*, 1932, p. 52) diffère de celle que donne Dagelet, puisqu'elle mentionne les années 1772 et 1773. Ce sont ces mêmes dates que Cook put lire, deux ans plus tard, sur le document laissé par Rochegude dans la baie de l'Oiseau (Cook, *Troisième Voyage*, Paris, 1785). Ignorance ou confusion de la part de Dagelet ? C'est cependant le 18 janvier 1772 qu'un officier de Kerguelen, M. de Boisguehenneuc, second capitaine du *Gros-Ventre*, réussit à débarquer dans la « Baie du Lion Marin » — aujourd'hui Anse du Gros-Ventre — à l'extrémité SO de l'Archipel. Il apparaît donc que les dates données par Dagelet se rapportent exclusivement à la seconde expédition de Kerguelen : c'est, en effet, le 14 décembre 1773 que la côte fut en vue des navires, et le 6 janvier 1774 que Rochegude débarqua dans la baie de l'Oiseau.

Cette escale dans la baie de l'Oiseau fut de brève durée, car le vent et la brume obligèrent l'*Oiseau* à s'éloigner. Le 8 janvier, les trois navires de l'expédition se regroupaient non loin de l'Ile de Réunion, au nord de l'Archipel. M. de Rosnevet demanda à Kerguelen la permission de poursuivre sa croisière, mais le chef de l'expédition, estimant que l'état de l'équipage laissait à désirer, s'y opposa, « au grand regret de tous ceux qui avoient du zèle pour les observations et pour les découvertes ». Les navires s'éloignèrent donc de l'Archipel le 18 janvier, faisant route sur Madagascar. Le 6 septembre, ils arrivaient à Brest. Le regret exprimé par Dagelet fut partagé par plusieurs de ses compagnons, notamment par M. de Pagès, capitaine des vaisseaux du Roi, qui, dans sa relation — ou pas une seule fois le nom de Kerguelen n'est cité ! — parle dédaigneusement de l' « extrême prudence de notre chef ».

Quoi qu'il en soit, Rochegude et ses compagnons ne restèrent pas plus de quelques heures sur le rivage, mais ils purent reconnaître le fond de la baie, ainsi que le petit lac qui la prolonge. Cette rapide escale permit cependant à Dagelet de faire quelques brèves observations sur la végétation côtière et de rapporter en Europe les deux premières plantes qui furent récoltées sur ces Terres Australes. Dagelet peut donc, à juste droit, être considéré comme le premier botaniste collecteur des îles Kerguelen, alors que jusqu'à présent on reconnaissait ce mérite à Guillaume Anderson, le chirurgien-naturaliste du troisième voyage de Cook (1776).

Le 14 décembre 1773, alors que les passagers de l'*Oiseau* apercevaient les côtes de Kerguelen, Dagelet y notait, on l'a vu, l'absence de toute végétation. Mais cette impression se dissipe lorsqu'il pénètre dans la baie de l'Oiseau. De cette végétation australe, voici que qu'il nous dit : « On n'aperçoit sur la partie découverte des montagnes qui entourent cette baie, qu'une mousse jaunâtre et aride, sans aucun vestige d'arbre ni d'arbuste; on trouva seulement au bord du lac quelques *gramen* qui étoient à la vérité d'une grande vigueur et d'une belle croissance. Des deux seules plantes que nous ayons rapportées de cette terre, l'une est l'Argentine de Linné; elle fut prise sur un tas de goëmont ou varec à l'entrée de la baie; sa fleur étoit bien épanouie et de couleur jaune; elle paroissoit avoir été récemment détachée et entraînée par quelque chute d'eau; sa racine étoit encore environnée d'une terre noire et sablonneuse; l'autre est un *gramen* pris au bord du lac. J'ai remis ces deux plantes à M. Adanson ».

Ces observations sont on ne peut plus sommaires. Il peut paraître curieux que l'astronome ne fasse aucune allusion à ces prairies d'*Acæna*, si caractéristiques et si nombreuses dans la région de Port-Christmas, ni au Chou de Kerguelen, la plante la plus luxuriante de l'Archipel, alors abondante dans la baie de l'Oiseau, qu'Anderson signale deux ans plus tard et qui figure même dans cette vue si pittoresque de Port-Christmas illustrant le *Troisième Voyage* de Cook (fig. 2).

Quoi qu'il en soit, Dagelet, et c'est là son mérite, a rapporté les deux premières plantes de Kerguelen et il a eu l'heureuse idée de les confier à Adanson. Celui-ci avait-il pris soin de les ranger dans son immense Herbier, acheté en 1924 par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ? C'est ce dont nous avons voulu nous assurer.

Pour lui conserver son caractère historique, on a laissé les plantes qui composent cet Herbier dans l'ordre de classement établi par Adanson lui-même, tel qu'il est exposé dans ses *Familles des Plantes*. Cette recherche dans l'Herbier Adanson offrait cependant quelque difficulté car le grand botaniste a, comme nous allons le voir, classé très arbitrairement les deux plantes australes. On ne s'explique pas, par exemple, comment il a pu considérer comme une authentique Potentille l'espèce donnée par Dagelet comme étant l'Argentine de Linné, alors qu'il ne s'agit ni d'une Potentille, genre inconnu à Kerguelen, ni même d'une Rosacée, mais très visiblement d'une Composée. De même, le *gramen* rapporté par l'astronome n'est ni un Brome ni une Fétuque, mais un Poa; il est vrai que dans la 3e section de sa VIIe Famille, celle des Gramen, Adanson rangeait indistinctement les genres *Poa*, *Bromus* et *Festuca*. Si Adanson ne s'est guère soucié de déterminer correctement ces plantes, il nous les a cependant conservées. Nous avons pu retrouver l'une et l'autre dans son Herbier.

L'espèce que Dagelet confondait avec l'Argentine de Linné et qu'Adanson appelait *Potentilla villosa tenuilacinia*, n'est autre que la Composée *Cotula plumosa* Hooker (= *Leptinella plumosa* Hooker) (fig. 3). La plante est fixée à l'aide d'une cire rouge.

Il s'agit d'un individu jeune, ne dépassant pas 9 cm de hauteur, alors que les espèces de Kerguelen atteignent, en général, de 15 à 20 cm, parfois davantage. Mais il porte un capitule

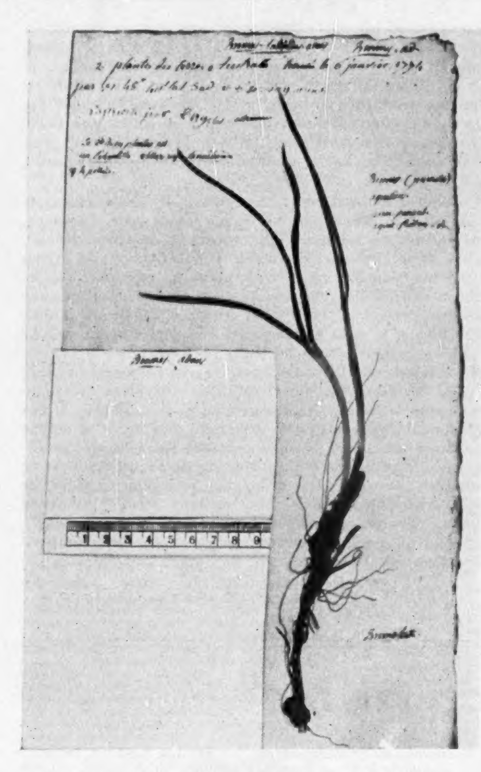


Fig. 4. — *La Graminée* Poa Cookii *de l'herbier d'Adanson.*
Adanson avait cru reconnaître un *Bromus*.
(*Laboratoire de Phanérogamie du Muséum*).

normalement développé, les pétales ayant perdu leur coloration jaune lavé de pourpre à la dessiccation. Dagelet dit que cette plante a été récoltée à l'entrée de la baie. C'est en effet l'une des espèces caractéristiques des formations littorales, pouvant constituer de vastes peuplements jusqu'aux abords des rookeries de Pingouins, selon Moseley. Mais elle apparaît également, en coussinets soyeux et de taille médiocre, dans les falaises et, plus rarement, dans des stations exposées aux grands vents W et SW. *Cotula* fleurit généralement en janvier et février, bien que Kidder dit avoir vu des capitules le 30 novembre. Cette plante, très répandue à Kerguelen, n'est cependant pas spéciale à cet archipel, et on la retrouve aussi dans les îles Auckland, Campbell, Crozet et jusqu'en Nouvelle-Zélande. Deux ans après le passage de Dagelet, Anderson, le chirurgien-naturaliste de l'expédition Cook, la récoltait dans la même localité.

Il était plus difficile de déterminer le *gramen* recueilli « au bord du lac ». Les indications données par Adanson ne sauraient à cet égard être retenues, étant donné que le genre *Bromus* est inconnu dans les Terres Australes. L'examen des feuilles et des graines, ainsi que le port de la plante, nous permettent de penser qu'il s'agit de *Poa Cookii* Hooker (= *Festuca Cookii* Hooker), qui est la Graminée la plus luxuriante de l'Archipel (fig. 4). C'est un individu jeune, incomplètement développé, dont la hauteur n'excède guère 21 cm, alors que chez des individus normaux elle dépasse 30 et 40 cm. Après Dagelet, Anderson l'a signalée, en 1776, à Christmas-Harbour. Dans les zones où *Acæna adscendens* est rare, à l'W et dans le SW de l'Archipel — cette Graminée est très commune et forme, le long des rivières ou cours d'eau, de véritables prairies. Elle apparaît aussi sur certains plateaux et dans les formations littorales, étant l'un des composants du Tussock. Elle est en pleine croissance en octobre ou au début de novembre. Cette espèce endémique se retrouve dans d'autres îles du groupe des Kerguelen : îles Heard, Marion et Crozet.

Ce sont là les deux premières plantes récoltées dans l'Archipel de Kerguelen et le fait que les deux échantillons figurent dans l'Herbier d'Adanson ajoute à leur intérêt. Dans l'histoire de l'exploration botanique des îles Kerguelen, on ne saurait désormais négliger l'apport de l'astronome Le Paute d'Agelet.

André Chastain,
Attaché de recherches au C.N.R.S.

La lutte contre la fièvre aphteuse

Le 1er septembre 1952, deux notes étaient présentées à l'Académie des Sciences : *Procédé général de culture des virus en très grande abondance chez l'animal*, par J. André Thomas, et *La culture du virus de la fièvre aphteuse en très grande quantité sur embryome spécifique géant chez la vache*, par J. André Thomas, Pierre Thiéry, Louis et Léone Salomon. Le lendemain matin, le docteur J. André Thomas, professeur de biologie cellulaire et expérimentale à la faculté des sciences de Paris, tenait une conférence de presse, sous la présidence du ministre de l'Éducation Nationale et du directeur de l'enseignement supérieur. On soulignait ainsi l'importance de la découverte des chercheurs français, découverte qui, outre son grand intérêt théorique, prend un singulier retentissement sur le plan pratique : l'inéluctable extension, par poussées successives, de la fièvre aphteuse sur tout le territoire français et les pertes économiques qu'elle provoque justifiaient cette publicité.

*
* *

La fièvre aphteuse est provoquée par un ultra-virus, le premier virus connu, découvert en 1897 par Loeffler et Frosch; il compte parmi les plus petits de ces germes ultra-filtrables, avec ceux de la fièvre jaune et de la polyomyélite. Le virus, pénétrant dans l'organisme par les premières voies digestives et respiratoires, provoque une courte période fébrile, rapidement suivie par l'apparition de vésicules (les aphtes) sur les muqueuses de la bouche et de la langue, sur la peau des pieds et de la mamelle; les aphtes s'ouvrent ensuite et laissent la place à un petit ulcère qui cicatrise assez rapidement. Les bovins, le porc, le mouton et la chèvre sont sensibles au virus aphteux. La maladie se termine soit par la guérison complète, soit par la mort; le pourcentage de mortalité est très variable d'un effectif à l'autre, dépendant, entre autres, de l'état général des animaux atteints et de la virulence du virus.

En 1920, Waldmann et Pape montrèrent que le cobaye est réceptif, ce qui permettait d'étudier aisément le virus et de tenter la préparation d'un vaccin. En 1922, Vallée et Carré montrèrent l'existence de deux variétés du virus aphteux, qu'ils

nommèrent O (pour « Oise ») et A (pour « Aisne »), d'après l'origine du bétail ayant fourni le matériel virulent. Quatre ans plus tard, Waldmann et Trautwein retrouvèrent ces deux variétés et en isolèrent une troisième, C. Ultérieurement ces variétés du virus furent encore divisées en sous-variétés (en ce moment la France est particulièrement affectée par les virus A-5 et O-2).

C'est en 1938 que Waldmann et Köbe mirent au point le premier vaccin pratique contre le virus aphteux. Depuis cette date, la lutte contre la fièvre aphteuse repose à la fois sur des mesures draconiennes de police sanitaire, interdisant les déplacements et les réunions d'animaux, facteurs de contagion, et sur la vaccination des effectifs menacés.

En France, plus peut-être qu'en tout autre pays, par l'indiscipline des éleveurs, trop enclins à considérer comme des brimades les restrictions imposées aux mouvements des animaux, le problème de la vaccination massive se posait de façon aiguë, et le vaccin de Waldmann et Köbe ne pouvait guère le résoudre. En effet ce vaccin se prépare de la façon suivante : après avoir contaminé un bovin, par des scarifications sur la langue avec du virus aphteux, des aphtes apparaissent, qui permettent de recueillir une trentaine de grammes de matériel virulent, lequel est transformé en vaccin par adsorption sur alumine hydratée, suivie de l'addition de formol. Le vaccin adsorbé et formolé de Waldmann et Köbe, plus ou moins modifié dans quelques détails techniques de préparation, a donné toute satisfaction mais présente le défaut majeur d'être produit toujours en quantités limitées, limitées précisément par le nombre d'animaux neufs dont on peut disposer pour produire le matériel virulent. Le docteur Thomas rappelait justement qu'une vache vaut de 60 000 à 70 000 francs et que le virus aphteux fourni par une vache permet seulement la vaccination d'un peu plus de 100 bovins menacés, de 170 si on se résigne à abattre la vache productrice de virus. Double écueil : le prix de revient du vaccin est trop élevé pour qu'on puisse en faire une production massive, et les éleveurs, en dépit des conseils du vétérinaire, ont tendance à réclamer une faible dose alors que, normalement, on doit injecter 30 cm^3 pour un bovin de 500 kg et accroître cette dose proportionnellement au poids.

L'intérêt des travaux de J. A. Thomas, P. Thiéry, Louis et Léone Salomon découle du fait qu'une vache peut, désormais, produire une quinzaine de kilogrammes de matériel virulent, au lieu de 30 grammes ! Comment ? Il fallait trouver un milieu de culture favorable, où le virus puisse se multiplier rapidement et massivement. Or, les virus ne se développent que sur des tissus vivants et, fait capital dont prit conscience le docteur Thomas, le virus aphteux, très étroitement spécifique, ne se développe bien que sur les tissus épithéliaux. De là lui vint l'idée d'injecter à une vache, dans la cavité péritonéale ou sous la peau des flancs, un broyat de tissus épithéliaux provenant d'un fœtus de bovidé : rapidement, en quelques jours, le tissu embryonnaire s'organise et se développe, constituant un milieu de culture idéal pour le virus aphteux. Recueilli en grandes quantités, le virus sert à la production du vaccin et, déjà, en Touraine, une usine-pilote assure une production régulière de vaccin anti-aphteux. Cette usine produira bientôt du vaccin « sec », plus maniable et plus résistant que le vaccin liquide, ce vaccin sec que J. A. Thomas vient de mettre au point, terminant magistralement une série de travaux remarquables.

André Senet.

LE CIEL EN DÉCEMBRE 1952

SOLEIL : du 1er au 21 sa déclinaison décroît de — 21°31′ à — 23°27′, puis croît jusqu'à — 23°5′ le 31 ; la durée du jour passe de $8^{h}30^{m}$ le 1er à $8^{h}16^{m}$ le 31 ; diamètre apparent le 1er = 32′30″,0, le 31 = 32′35″,1 ; *solstice d'hiver* le 21 à $21^{h}43^{m}19^{s}$. — **LUNE :** Phases : P. L. le 1er à $12^{h}41^{m}$, D. Q. le 9 à $13^{h}22^{m}$, N. L. le 17 à $2^{h}2^{m}$, P. Q. le 23 à $19^{h}51^{m}$, P. L. le 31 à $5^{h}5^{m}$; *apogée* le 8 à 3^{h}, diamètre app. 29′32″ ; *périgée* le 19 à 21^{h}, diamètre app. 32′42″. Principales conjonctions : avec **Uranus** le 4 à $12^{h}54^{m}$, à 1°52′ S. ; avec **Neptune** le 12 à 17^{h}, à 7°0′ N., et avec **Saturne** à $20^{h}17^{m}$, à 7°48′ N. ; avec **Mercure** le 15 à $13^{h}53^{m}$, à 7°28′ N. ; avec **Vénus** le 20 à $7^{h}38^{m}$, à 2°3′ S. ; avec **Mars** le 21 à $2^{h}21^{m}$, à 2°12′ S. ; avec **Jupiter** le 26 à $20^{h}17^{m}$, à 6°39′ S. ; avec **Uranus** le 31 à $18^{h}47^{m}$, à 1°52′ S. Principales occultations : de 37 *Gémeaux* (5^{m},8) le 4, émersion à $2^{h}5^{m}$,2 ; de ζ *Cancer* (4^{m},2) le 6, immersion à $5^{h}18^{m}$,0, émersion à $6^{h}23^{m}$,0 ; des *Pléiades* le 28, de $1^{h}32^{m}$,3 à $2^{h}0^{m}$,5. — **PLANÈTES : Mercure,** astre du matin, plus grande élongation le 18, à 22° à l'Ouest du Soleil ; **Vénus,** brillante étoile du soir, se couche le 26 à $19^{h}40^{m}$, soit $3^{h}53^{m}$ après le Soleil, diamètre app. 17″,6 ; **Mars,** dans le *Capricorne*, puis le *Verseau*, se couche le 14 à $20^{h}23^{m}$; diam. app. 5″,5 ; **Jupiter,** dans le *Bélier*, visible un grande partie de la nuit, se couche le 14 à $4^{h}10^{m}$, diamètre polaire apparent 43″,8 ; **Saturne,** dans la *Vierge*, visible le matin, se lève le 14 à $2^{h}26^{m}$, diamètre pol. apparent 14″,6, anneau : grand axe 37″,0, petit axe 8″,9 ; **Uranus,** dans les *Gémeaux*, observable toute la nuit, position le 26 : $7^{h}14^{m}$ et + 22°48′, diamètre. app. 3″,8 ; **Neptune,** dans la *Vierge*, observable le matin, position le 26 : $13^{h}30^{m}$ et — 7°38′, diam. app. 2″,3. — **ÉTOILES FILANTES :** *Géminides* : du 9 au 12, radiant α *Gémeaux*. — **ÉTOILES VARIABLES :** Minima observables d'*Algol* (2^{m},3-3^{m},5) : le 12 à 1^{h},9, le 14 à 22^{h},8, le 17 à 19^{h},6, le 20 à 16^{h},4 ; minima de β *Lyre* (3^{m},4-4^{m},1) : le 3 à $12^{h}5$, le 16 à 10^{h},8, le 29 à 9^{h},1 ; maximum de T *Grande Ourse* (5^{m},5-13^{m},5) le 26. — **ÉTOILE POLAIRE :** Passage supérieur au méridien de Paris : le 6 à $20^{h}39^{m}50^{s}$, le 16 à $20^{h}0^{m}22^{s}$, le 26 à $19^{h}20^{m}53^{s}$.

Phénomènes remarquables. — Étoiles filantes Géminides, maximum le 12. — **Lumière cendrée de la Lune,** le matin à l'Est du 13 au 16, et le soir du 19 au 21. — **Occultation des Pléiades** le 28 décembre (pour **Strasbourg** : de $1^{h}33^{m}$,7 à $2^{h}3^{m}$,2 ; pour **Lyon** : de $1^{h}42^{m}$,2 à $2^{h}5^{m}$,4 ; pour **Toulouse** : de $1^{h}44^{m}$,4 à $2^{h}10^{m}$,5).

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. Fournier.

Un « papier de verre »

Un nouveau type de papier, fabriqué uniquement avec de la fibre de verre commerciale d'environ 0,75 μ de diamètre mélangée dans de l'eau, a été réalisé au National Bureau of Standards de Washington, avec la collaboration du Naval Research Laboratory.

Ce « papier de verre », résistant à la chaleur, à l'humidité, aux agents chimiques et aux micro-organismes, a déjà trouvé d'importantes applications. Employé comme filtre à air, il est beaucoup plus efficace que les filtres ordinaires ; il possède également d'excellentes propriétés électriques et peut être utilisé comme diélectrique pour la fabrication des condensateurs en papier huilé fonctionnant jusqu'à des températures de 200° C par exemple.

Le gérant : F. Dunod. — dunod, éditeur, paris. — dépôt légal : 4e trimestre 1952, n° 2352. — Imprimé en France.
barnéoud frères et cie, imprimeurs, (310566), laval, n° 2641. — 11-1952.

LES LIVRES NOUVEAUX

Le règne de l'artificiel, par A. Chaplet. 1 vol. in-8° 189 p., 52 fig., 4 pl. Nouvelles éditions latines, Paris, 1951. Prix : 420 fr.

Cet ouvrage de vulgarisation expose les progrès considérables réalisés en ces dernières années dans la production de nouveaux matériaux, de l'énergie, dans le développement des techniques agricoles, pharmaceutiques, etc. L'auteur montre que la notion d'ersatz est largement dépassée par la variété des produits de synthèse, dont bon nombre sont supérieurs à ceux élaborés par la nature.

Notions fondamentales sur les vernis et peintures, par Louis Kientz, 2e édition. 1 vol. in-8°, 234 p., 29 fig. Gauthier-Villars, Paris, 1952.

Les vernis et les peintures sont devenus très nombreux pour répondre à tous les besoins : nature des substances, couleur, commodités d'application, vitesse de séchage, adhérence, altérabilité. Aux vernis gras, à l'alcool, à l'essence se sont ajoutés les vernis cellulosiques, bitumineux, les résines artificielles, les plastifiants, les siccatifs, les solvants les plus divers, sans parler des lessives et des décapants. L'auteur les classe, les définit, indique leur fabrication et leurs usages, leurs spécifications et leur contrôle, avec toute la compétence d'un des grands fabricants français. Il met de l'ordre dans des produits qui n'ont été bien étudiés que depuis une trentaine d'années et qui intéressent toutes les fabrications et tous les matériaux aujourd'hui mis en œuvre.

Wasser und Abwasser in der Textilindustrie, par le Dr M. Kehren. 1 vol. in-8°, 206 p., 35 fig., Schweizerische Vereinigung von Färbereifachleuten, Bâle, 1951. Prix : relié, 16,90 francs suisses.

L'industrie textile, et plus encore la teinturerie ont besoin de grandes quantités d'eau douce de qualités définies. L'auteur rappelle rapidement les propriétés physiques et chimiques des eaux, énumère leurs origines puis s'étend sur leurs traitements par les divers moyens d'épuration : filtration, décarbonatation, déferrisation, dégazage, échanges d'ions, floculation, adsorption, etc. Il présente divers appareillages industriels et termine par l'indication des méthodes d'analyses et de contrôles. C'est un bon exposé technique, fruit d'une sérieuse expérience.

Engins téléguidés et avions robots, par A. R. Weyl. 1 vol. in-8°, 180 p., 54 fig., 8 tabl. Dunod, Paris, 1952. Prix : 1 150 fr.

On n'a pas oublié l'angoissant effet de surprise causé par les attaques des V1 et V2 sur Londres, l'Angleterre et Anvers. Un des ingénieurs de l'aéronautique britannique qui ont collaboré aux recherches dans ce domaine nouveau présente ici l'historique du sujet, l'état actuel de son développement et envisage les possibilités d'avenir pacifiques et militaires. Cette mise au point très claire, remarquablement documentée, d'une haute tenue, s'adresse à un très large public, à tous ceux qui s'intéressent aux choses de l'aviation et aux développements des progrès techniques caractéristiques de l'époque actuelle.

Antibiotics, par R. Pratt et J. Dufrenoy. 1 vol. in-8°, 266 p., 66 fig. Lippincott, Philadelphie et Montréal. Prix : relié, 5 dollars.

Les antibiotiques ont fait leur apparition il y a dix ans ; ils ont connu un développement prodigieux et bouleversé la thérapeutique des maladies infectieuses. Voici un exposé d'ensemble des connaissances acquises sur les antibiotiques, leur origine, leur préparation industrielle, leur structure chimique, leur emploi et leur action thérapeutique. Il traite en particulier de la pénicilline, de la streptomycine, de l'auréomycine, de la chloromycétine, de la tyrothricine et souligne l'avenir large de promesses ouvert à ces nouveaux produits.

Hérédité et variation, par R. Simon. 1 vol. in-8°, 256 p., 85 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 780 fr.

En cinquante ans s'est formé un nouveau chapitre de la biologie : la génétique. Elle étudie et précise les conditions dans lesquelles se perpétuent les générations, comment est assurée leur hérédité normale et pathologique, la transmission des caractères et de la personnalité et les variations imprévisibles. L'auteur expose l'ensemble des mécanismes de l'hérédité, la théorie chromosomique avec ses certitudes et ses lacunes, les variations et mutations des êtres vivants et leur rôle dans le passé et le présent.

Le maïs. Sa culture, son utilisation, par Ph. Jussiaux. 1 vol. in-16, 93 p., 32 fig. La Maison rustique, Paris, 1952. Prix : 395 fr.

Pour l'élevage, le maïs peut fournir des grains et du fourrage vert. Sa culture est donc tentante, mais il lui faut de la chaleur, une bonne fumure, des variétés adaptées, des semis des façons soignées, une récolte et une conservation assez délicates. On parle beaucoup des hybrides simples et doubles qui augmentent le rendement. Ce petit livre, simplement écrit, clair et précis, dit tout ce qu'il faut apprendre pour suivre la vogue actuelle.

Analyse des vins, par Paul Jaulmes. 2e édition. 1 vol. in-8°, 574 p., 89 fig. Poulain, Montpellier, 1951. Prix : 2 000 fr.

Professeur à la Faculté de Pharmacie de Montpellier, l'auteur est un des meilleurs experts et des maîtres de l'analyse chimique des vins. Après avoir rappelé la définition légale du vin (il existe un code du vin !), il en aborde l'analyse : dégustation, limpidité, couleur, densité, alcool, extrait, cendres, sucres et glycérine, azote, acides, pH, esters et aldéhydes, antiseptiques, édulcorants, mouillage. De chaque dosage, il discute les principes et donne tous les détails techniques ; des tables économisent les calculs. C'est un guide sûr pour tous ceux qui ont charge des contrôles œnologiques.

Cultures sans sol, par Pierre Chouard. 1 vol. in-8°, 200 p., 32 fig. La Maison rustique, Paris, 1952. Prix : 575 fr.

Peu avant la guerre, on fit grand bruit des cultures sans sol ou hydroponiques ; elles servirent pendant la guerre du Pacifique ; elles servent dans des stations du Moyen-Orient. Certes, elles ne vont ni détrôner ni même concurrencer l'agriculture, mais elles peuvent être un secours ou une distraction. Voici une excellente présentation des techniques : dispositifs, milieux, solutions nutritives, choix des espèces, conduite des cultures ; facile et agréable à lire, l'ouvrage répond aux besoins des régions arides, aux cas spéciaux des fleurs, des primeurs qu'il faut produire avec grands soins. C'est une explication et un guide très complet.

Gaz de fumier à la ferme, par F. Mignotte. 1 vol. in-16, 85 p., 20 fig. La Maison rustique, Paris, 1952. Prix : 360 fr.

Les déchets de la ferme, mis à fermenter en cuves, donnent une quantité sensible de gaz carburant et un fumier bien décomposé. L'auteur décrit les installations imaginées dans ce but, leur conduite et les utilisations possibles à la ferme.

Collection « Mes amies les fleurs ». 1, *Mes roses*. 2, *Mes cactus*. 2 broch. de 32 p., fig. La Maison rustique, Paris, 1952. Prix de chaque brochure : 160 fr.

De belles images et un texte précis pour guider l'amateur dans ses choix et ses cultures. Il apprendra ainsi tout ce qu'il doit savoir pour satisfaire sa passion des roses et des plantes grasses.

Nuttal's Travels into the old Norwest. 1 vol. in-4°, 86 p., 18 pl., vignettes. Chronica botanica, Waltham (Mass.) ; Raymann, Paris, 1951. Prix : 3 dollars.

Pauvre Anglais amoureux de la nature, Nuttal vint à plusieurs reprises aux États-Unis, herborisant, observant, faisant des listes de plantes et d'animaux. Voici la reproduction et le commentaire d'un calepin de 1810 notant ce qu'il a vu de Philadelphie à Détroit, aux Grands Lacs, à Saint-Louis, au cours d'un voyage à travers les régions indiennes encore assez mal connues. On y glane sur la flore et aussi sur la vie locale au début du XIXe siècle.

Faune du centre africain français (Mammifères et Oiseaux), par René Malbrant. 2e édition. 1 vol. in-8°, 616 p., 129 fig., 33 pl., 1 carte. Encyclopédie biologique. Lechevalier, Paris, 1952.

Cet inventaire des vertébrés supérieurs du Tchad et des régions voisines, établi en 1936 par un spécialiste ayant beaucoup observé sur le terrain, vient d'être complété pour tenir compte des travaux publiés depuis et des nouvelles rencontres. Chaque espèce est décrite, beaucoup sont figurées, toutes sont étudiées dans leurs modes de vie qui conditionnent leur chasse. On dispose ainsi d'un bilan très complet de la faune mammalienne et avicrine, trésors de l'A.E.F. à ne pas ruiner par une destruction intensive, et d'un guide pour reconnaître toutes les espèces de la brousse centrafricaine.

La vie amoureuse des oiseaux, par Edward A. Armstrong. 1 vol. in-16, 445 p., 16 pl. Albin Michel, Paris, 1952. Prix : 900 fr.

Les oiseaux ont une vie psychique intense : ils manifestent par des parades, des danses, des chants, les débuts de leur vie en commun, puis ils font un nid, couvent, nourrissent les jeunes, marquent et défendent leur territoire de chasse, ou bien s'incluent dans une colonie où les cérémoniaux ne manquent pas. L'amateur, le « field naturalist » trouve là mille sujets d'études, de documentation, de photographies. L'auteur qui est maître en la matière a réuni quantité d'observations et de belles images, beaucoup étonnantes, peu connues, qu'il offre à notre curiosité, à notre méditation. Il donne envie de suivre sa voie.

The Ceratioid Fishes, par E. Bertelsen. 1 vol. in-4°, 276 p., 141 fig., 1 pl. Dana Report n° 39. Host and Son, Copenhague, 1951. Prix : 2 £ 10 sh.

Lorsque le « Dana » rapporta de ses expéditions près de 400 individus adultes de cette famille d'extraordinaires poissons de profondeur, où l'on trouvait de nombreuses espèces à filament pêcheur lumineux et d'autres à mâles nains et parasites, leur description fut un sujet d'étonnement. Il y avait aussi 2 400 larves et jeunes plus difficiles à classer. En voici l'étude complète, morphologique, systématique, écologique, méthodiquement conduite selon les règles habituelles au Dr Schmidt et à la Fondation Carlsberg de Copenhague. Le sujet est si intéressant que *La Nature* lui consacrera un article.

Livre d'or de la conserve française de poissons. 1 vol. in-4°, 110 p., fig. Union des Syndicats français de fabricants de conserves de poissons, Nantes, 1951.

Voici une propagande parfaite, somptueuse, imagée, exacte, qui séduit son lecteur dès la première page et le conduit à travers les poissons, les lieux de pêche, les bateaux, les ports, les usines, les conserves de poissons, leur cuisine, leurs qualités jusqu'aux dernières pages expliquant la complexe organisation professionnelle qui se soucie de tout cela.

A world dictionary of breeds types and varieties of livestock, par J. L. Mason. 1 vol. in-8°, 272 p. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks. Prix : relié, 30 sh.

Pour se reconnaître parmi toutes les races d'animaux domestiques : ânes, buffles, ovins, caprins, chevaux, porcs, voici le premier dictionnaire des 4 000 noms qu'on leur a donnés, avec indications de leurs principaux caractères, de leurs origines, de leurs relations. Dans une deuxième partie, les renseignements sont classés par pays et accompagnés de références. C'est une utile mise en ordre d'un sujet assez confus jusqu'ici.

Le gérant : F. Dunod. — Dunod, éditeur, Paris. — Dépôt légal : 4e trimestre 1952, n° 2352. — Imprimé en France.
Barnéoud frères et Cie, imprimeurs, (310566), Laval, n° 2641. — 11-1952.